12•2013

www.radio.ru

РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ

Измеряешь по СТАРИНКЕ?

собери...

Определитель транзисторов и диодов

И-С-3 N-канал
MOSFET Iн= 2.2мА


ISSN-0033-765X
13012
9 770033 765009

• Акустическая система
• Дальний приём сигналов точного времени
• Индикатор радиоизлучений
• Усилитель мощности на лампе ГУ-81М
...и ещё 20 конструкций

12
2013

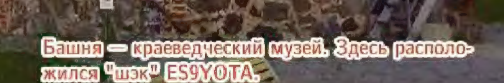
IARU собирает молодёжь

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.



Команда СРР (слева направо): Артём Махно (RA1ANV), Олег Стрибный (RD1A) и Оскар Бержонскас (RA1ANS).

Основная цель молодёжного проекта Международного союза радиолюбителей "Молодёжь в эфире" (YOTA) — содействие техническому образованию молодёжи через радиолюбительство. В то время как всё больше и больше технологий входят в нашу повседневную жизнь, всё меньше и меньше людей хотят разбираться в этих технологиях. Молодые люди часто выбирают в качестве своей будущей профессии дисциплины, не связанные с техникой, вследствие чего в технических профессиях ощущается существенный дефицит квалифицированных кадров. Всё это в полной мере относится к радиотехнике и электронике.



Башня — краеведческий музей. Здесь расположился "шэк" ES9YOTA.



Полоса препятствий, на которой проходили проверку роботы.



Стробоскоп собирает Артём Махно (RA1ANV).



Президент 1-го района IARU Ханс Тиммерман (PB2T) проводит радиосвязи из молодёжного лагеря YOTA-2013.

(см. статью на с. 50)

RIGOL



Цифровые осциллографы для точных измерений

серия DS1000Z/DS1000Z-S



- 4 канала
- Полоса пропускания:
  70 МГц (DS1074Z, DS1074Z-S)
  100 МГц (DS1104Z, DS1104Z-S)
- Встроенный генератор:
  1 мкГц...25 МГц (DS1074Z, DS1074Z-S)
- Макс. дискретизация 1 Гвыб/с
- Глубина записи до 12 М (штатно), 24 М (опция)
- Скорость захвата до 30 000 осц/с
- Дисплей 7" WVGA

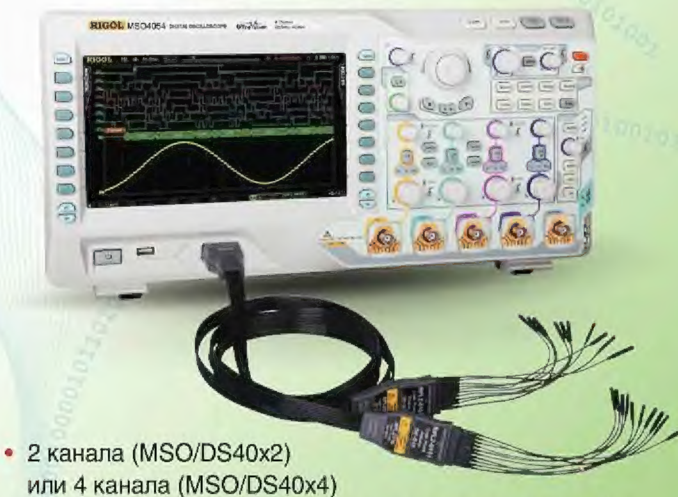


серия DS2000



- 2 канала
- Полоса пропускания:
  70 МГц (DS2072)
  100 МГц (DS2102)
  200 МГц (DS2202)
- Макс. дискретизация 2 Гвыб/с
- Глубина записи до 14 М (опция 56 М)
- Скорость захвата до 50 000 осц/с
- Покадровый регистратор 65 000 кадров
- Дисплей 8" WVGA

серия MSO/DS4000



- 2 канала (MSO/DS40x2)
  или 4 канала (MSO/DS40x4)
  + 16-ти канальный логический анализатор (MSO4000)
- Полоса пропускания:
  100 МГц (MSO/DS4012, MSO/DS4014)
  200 МГц (MSO/DS4022, MSO/DS4024)
  350 МГц (MSO/DS4032, MSO/DS4034)
  500 МГц (MSO/DS4052, MSO/DS4054)
- Макс. дискретизация 4 Гвыб/с
- Глубина записи до 140 М
- Скорость захвата до 110 000 осц/с
- Дисплей 9" WVGA

Расширенные функции запуска и декодирования, в т.ч. по шинам RS-232/UART, I²C, SPI, CAN, FlexRay и т.п.



«ИРИТ»: Москва, 115211,
Каширское шоссе, дом 57, корпус 5
Телефон/факс: (495) 344-97-65
E-mail: office@irit.ru

Узнайте больше и самое новое на www.irit.ru



В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Определитель выводов и основных параметров транзисторов и диодов (см. статью на с. 15).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ТРЁХБЛОЧНАЯ АС
МИКРОКОМПЬЮТЕР RASBERRY PI
ПОВЫШАЮЩИЙ РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ ПАЯЛЬНИКА
ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО

Тираж журнала «Радио» № 11 сдан для рассылки подписчикам 05.11.2013 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 15.11.2013 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 13-11-00166.

Куда идёт наш Телеком?

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

— У меня компьютер не видит принтера, я уже и монитор на него повернул, а он всё равно пишет, что не видит. Что мне делать?
— Пальцем покажи!

ИКТ-мозаика

Уточним сразу: приведённый выше эпиграф — не анекдот. Именно к этому и идёт развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), где сегодня, в частности, совершенствуется не только управление жестами, но и сигналами человеческого мозга. Однако дело не только в пользовательских интерфейсах или в "традиционном" росте производительности компьютеров, не говоря уже об их широчайшем распространении. В настоящее время вся ИКТ-отрасль движется к самому серьёзному преобразованию со времён своего возникновения, которое можно было бы назвать очередным "сдвигом парадигмы" построения всемирного Телекома. Но обо всём по порядку...

Прежде всего, в очередной раз отметим, что опубликованные в последнее время в нашем журнале материалы по так называемому "Интернету вещей" и Всеобъемлющему Интернету, "облачным вычислениям" (cloud computing), 3D-печати, программно-конфигурируемым сетям (SDN), Большим Данным (Big Data), виртуальным операторам (MVNO), дополненной реальности, неимоверному "взлёту" ИКТ-возможностей потребительской электроники, а вместе с ней и возможностей всего человечества — это не обособленные знания, как могло бы показаться, а элементы одной и той же мозаики, в которой уже теперь, под занавес 2013 г., можно разглядеть "лицо" будущего Телекома. И, начиная разговор о будущем, нельзя не коснуться ключевых исторических точек развития последнего.

Охват планеты аналоговыми сетями

Первая треть XIX века отмечена рождением электросвязи, когда С. Морзе и целый ряд его коллег из разных стран стали использовать для коммуникации электрический телеграф, развитие которого охватило все развитые на тот момент страны. Тут важно отметить, что тот первый Телеком развивался как набор сетей передачи данных. И проблема у него была лишь одна — однажды в середине XIX века весь телеграф вышел из строя из-за неимоверно сильной вспышки на Солнце. Но ввиду присущей ему технической простоты телеграф быстро отремонтировали.

Вторая треть XIX века завершилась рождением проводной телефонной связи и вместе с ней появлением телефонной сети общего пользования (ТфОП), основанной на коммутации каналов. Последней вначале занимались люди-коммутаторы ("Барышня, Смольный!"), а потом, уже в XX веке, автоматические телефонные станции (АТС).

Ну а завершился XIX век рождением радиосвязи, о чём хорошо известно не только читателям журнала.

Первая треть XX века ознаменовалась появлением и становлением эфирного ТВ-вещания, к которому в середине века присоединилось и кабельное ТВ.

Вторая треть XX века — это начало эры спутниковой связи и широчайшее развитие всех видов аналоговых сетей связи, достигших практически пределов своего качества. Но одновременно специалистам становилось понятно, что это не совсем та вершина, потому что уже существовали и более прогрессивные технологии.

Цифровизация

Тогда же, к концу второй трети XX века, стартовало развитие цифровых систем и сетей связи со всеми присущими им преимуществами по помехоустойчивости, эффек-

тивности использования сетевых ресурсов и т. п. Это был первый "сдвиг парадигмы" технологии построения сетей связи, когда сетевые узлы сделали первые шаги по направлению к компьютерам.

Дополнительным бонусом для связистов стали цифровые сети с интеграцией служб (ЦСИС или ISDN), которыми связисты (прежде всего, телефонисты) увлеклись уже в последней трети XX века. ISDN-АТС позволяли предоставить клиенту "в одном флаконе" сразу несколько цифровых каналов (по 64 и 128 кбит/с) для услуг телефонии, передачи данных и даже видеоконференцсвязи. Причём этими услугами можно было управлять, а сети обзаводились интеллектом. Появившийся тогда же, весьма кстати, Интернет также хорошо ложился в концепцию ISDN и был востребован со стороны корпоративных клиентов.

К концу XX века отраслевая наука уже вовсю грезила о внедрении так называемой широкополосной ISDN (B-ISDN), когда наряду с телефонией и какими-то данными абонент получит даже "настоящее телевидение". И вот когда, казалось бы, оставалось заменить все АТС на новые широкополосные, вся эта концепция рухнула...

Победа коммутации пакетов и NGN

Одновременно сработали сразу несколько факторов. Прежде всего, в начале 90-х годов XX века Интернет вошёл в стадию WWW и сразу же взял с места в карьер, охватив 50 млн пользователей всего за четыре года. Аппетит приходит во время еды, и корпоративным клиентам очень быстро стали попросту неинтересны "убогие" 128 кбит/с. В 1995 г. появилась дешёвая IP-телефония, а через год был разработан и шлюз из Интернета в ТфОП, что вызвало настоящую панику среди телефонных гигантов, а тарифы на дальнюю связь с тех пор стали неуклонно снижаться. Кроме того, возникнув как весьма эффективная и живучая компьютерная сеть с коммутацией пакетов, Интернет доказал свою эффективность в использовании сетевых ресурсов и генерации услуг. В результате чего IP-протокол было решено использовать для построения более эффективных телефонных сетей, а потом и для доставки вообще любых услуг связи в рамках так называемых сетей связи следующего поколения (NGN — Next Generation Networks). Так основой ИКТ-отрасли оказались вновь сети передачи данных.

Это стало вторым "сдвигом парадигмы" в построении Телекома, когда узкоспециализированная коммутация каналов была заменена "всеядной" коммутацией пакетов, а любая информация от низкоскоростной телеметрии и передачи голоса до видеоконференцсвязи и HDTV могла быть упакована в набор IP-пакетов с контролируемым качеством доставки последних. Но и этого было мало — концепция NGN позволила разделить уровень IP-инфраструктуры и уровень сервиса, что привело к невероятной гибкости в развитии новых услуг, которые отныне не были привязаны к какой-либо конкретной сетевой технологии. Тем, собственно, и закончился XX век.

С того самого момента дальнейшее развитие Телекома стало базироваться на компьютерных технологиях, сетевые коммутаторы каналов начали замещаться маршрутизаторами IP-пакетов, а разработкой новых сетевых протоколов занялись уже ИТ-специалисты. Именно в это время свершилась конвергенция коммуникационных и информационных технологий, которая не только привела к рождению собственно ИКТ, но и к дальнейшей интеграции оборудования связи и компьютеров.

Уверенная поступь ШПД

Тем временем Интернет существовал и развивался параллельно всем остальным сетям связи (как NGN, так и их предшественникам), причём последние весьма часто использовались для обеспечения доступа в сеть Интернет и не более того. Ну а всё более скоростной широкополосный доступ (ШПД) в Интернет стал не только самой вожделенной услугой всемирного Телекома, но иногда и единственно востребованной. Масса интернет-приложений и сервисов стала заменять традиционные услуги Телекома. Взять хотя бы Skype, на долю которого приходится уже треть международного телефонного трафика, что является для него абсолютным рекордом. Или мессенджер WhatsApp (бесплатный обмен короткими сообщениями между владельцами телефонов со всеми популярными операционными системами) уже обрабатывает по 10 млрд SMS в день (из них 6 млрд — исходящие), тогда как все операторы мобильной связи мира сообща пересылают в день чуть более 20 млрд SMS.

Более того, развитие технологий и Интернета привело к тому, что если у вас есть "хороший" ШПД, то с помощью технологий OTT (Over-The-Top) вам можно доставить через Интернет любые потоки данных, причём с контролируемым качеством. И какие-либо специализированные сети связи стали восприниматься значительной частью ИТ-сообщества как анахронизм. В частности, обладатели "коробочки" Apple-TV, подключённой к ШПД, могут найти любые ТВ-каналы в Интернете. Японские телекоммуникационные компании, к примеру, уже проводят тестирование сетевого вещания в стрим-режиме через Интернет с качеством 4K (UHD-TV). Радиостанции КВ-диапазона (и не только) массово переходят на интернет-вещание. Ну а последнему поколению ТВ-приёмников, помимо сетевого гнезда Ethernet, не нужны ни ТВ-приставки, ни антенные входы, а управлять ими можно и со смартфона, и просто жестами.

В целом развитие ШПД и интернет-сервисов можно было бы считать ещё одним "сдвигом парадигмы" в Телекоме, однако многие представители последнего попросту не согласны с такой постановкой вопроса, ибо всё ещё не считают Интернет столь серьёзным конкурентом. Тому есть своё объяснение.

ИТ против ИКТ

Следует заметить, что интернет-компании очень долго ждали, чтобы операторы связи поделились с ними доходами от дополнительного трафика, который им помогают сгенерировать. Однако в течение целого десятилетия, в конце XX и в начале XXI века, операторы не видели контент-провайдеров (да и ИТ-компаний вообще) в качестве партнёров по рынку и, в конце концов, пришли к безлимитной модели предоставления ШПД, поверх которого теперь идёт настоящее цунами трафика от контент-провайдеров, перегружая сети.

Зато теперь, когда на рынке связи царит такой "поставщик гаджетов и интернет-приложений", как Apple, современные крупные интернет-компании (поставщики сервисов) порой уже не видят операторов связи (собственно, создателей и владельцев ИКТ-инфраструктуры) в качестве своих конкурентов ни по набору сервисов, ни по охвату клиентской базы, а иногда даже и по капитализации. И искренне считают, что задача телекоммуникационных операторов — просто дать абоненту ШПД. Более того, в ряде случаев даже операторский транспорт перестаёт удовлетворять крупнейших контент-провайдеров, и они начинают строить свои оптические сети доставки контента (CDN — Content Delivery Networks), шунтирующие этот транспорт чуть ли не до ближайшего сетевого узла доступа, куда подключаются сети доступа. С другой стороны, CDN подключаются к мощным Центрам обработки данных (ЦОД или Data Centre — DC) с контентом и "облачными" сервисами, "альтернативными" операторским сервисам. В целом, создание CDN, ориентированных на пропуск "тяжёлого трафика", благотворно подействовало на другие ИКТ-сети, снимая с них дополнительную нагрузку. В общем, в начале XXI века между Телекомом и миром ИТ возник определённый паритет не только в сетях, трафике и охвате, но и в доходах.

А что же мобильная связь?

Да, собственно, ничего особо нового, потому что мобильная связь прошла практически тот же путь, что и весь Телеком, но в чрезвычайно сжатые исторические сроки. Там, где для развития фиксированной связи понадобилось около 180 лет, мобильная (сотовая) связь управилась почти в пять раз быстрее, причём завоевала ныне в Телекоме лидирующую позицию. Путь от первого сотового телефона Motorola (1973 г.) и первых аналоговых систем 1G (80-е годы) до 4G/LTE-A (а на горизонте уже замаячили сети 5G) привёл от коммутации каналов к полностью пакетным сетям со скоростями доступа до 1 Гбит/с, причём частные (но решаемые) проблемы у них возникли разве что с такой низкоскоростной услугой, как обеспечение передачи голосовых сообщений. По прогнозам, потребность в сетях 5G возникнет уже к 2020 г.





К этому времени ожидается тысячекратное увеличение спроса на пропускную способность сетей, чтобы довести скорость скачивания до 10 Гбит/с, что в 100 раз превосходит результаты самого "быстрого" на сегодняшний день мобильного устройства.

К сказанному остаётся добавить, что мобильный ШПД является уже десять лет наиболее серьёзным двигателем роста не только мобильной связи, но и всей ИКТ-отрасли.

"Облачные" технологии

В конце первого десятилетия XXI века весь "современный" Телеком стал укладываться в простую формулу: "облако"—"труба"—терминал (cloud—pipe—device). В качестве облаков стали выступать мощные (и не очень) ЦОДы из набора мощных серверов, где формировались многие элементы ИКТ-инфраструктуры (прежде всего, корпоративных) и генерировались разнообразные услуги и приложения, которые доставлялись на пользовательские терминалы с помощью "трубы" (сетей связи, включая Интернет) и ШПД. Более того, многие сложные операции с помощью ПО, для которых требовалось бы поместить в терминалы всё более мощные компьютеры, теперь могли выполняться в "облаках" и оперативно доставляться с помощью ШПД к пользователю. Ну а основные проблемы переместились в сферу межоператорского взаимодействия для сохранения качества облачных услуг и информационной безопасности.

Начало второго десятилетия XXI века охарактеризовалось ростом интереса к таким "облачным" услугам, как "ПО как услуга" (Soft–as–a–Service — SaaS), "Инфраструктура как услуга" (IaaS) и т. п. Так был дан старт виртуализации сетей, сетевых ресурсов, хранения данных, рабочих мест и пр., что с благодарностью было принято корпоративным сообществом.

"Облачная" идеология проникла даже в ИКТ-инфраструктуру. В частности, специалисты компании Huawei полагают, что в мобильных сетях 5G основной услугой станет визуальное общение по принципу беседы лицом к лицу. Использование 5G в сочетании с облачными технологиями и обработкой больших объёмов данных позволит автоматизировать общество, но для этого предстоит создать новую "облачную" архитектуру радиодоступа или "облачные" сети RAN (RAN — Radio Access Network — наземное хозяйство мобильной сети, состоящее из базовых станций и соединяющих их сетей). Однако в ИКТ-отрасли назревали новые проблемы.

Рождение программно-конфигурируемого мира

Неимоверно сложным ИКТ-хозяйством, в которое превратился Телеком с тысячами скоростных магистралей, многими тысячами базовых станций, а также ожидаемыми миллионами фемтосот, не говоря уже о серверах доступа и пр., стало сложно эффективно управлять и обеспечивать должное качество обслуживания. Учитывая, что все сетевые элементы, кроме стандартной возможности соединяться друг с другом по IP, имели свои особенности, заложенные разработчиками, а полученное в качестве "вроде бы универсальной" сети "лоскутное одеяло" не только стало требовать значительных затрат на управление и эксплуатацию, но и всё равно не успевало эффективно обслуживать растущие сети и потребности пользователей. К тому же, не успевая толком окупиться, сетевое оборудование опять нуждалось в модернизации. Ну а быстрое моральное старение, казалось бы, самых современных технических стратегий сетевого развития стало угрожать финансовому благополучию компаний-операторов.

На страницах журнала уже рассказывалось о концепции программно-конфигурируемых сетей (SDN — Software-Defined Networks), поэтому напомним её основные положения.

Концепция SDN делит инфраструктуру на два независимых уровня, где уровень управления (как правило, уникальный для каждого производителя оборудования) отделён от уровня передачи данных. Каждый сетевой элемент с SDN-функционалом поддерживает специально разработанный протокол OpenFlow для удалённого управления посредством "надсетевого" SDN-контроллера. При этом не нужно, в частности, настраивать каждый сетевой узел отдельно, что может значительно сократить издержки в эксплуатации. Таким образом, SDN позволяет создавать поверх текущего слоя инфраструктуры логическую инфраструктуру виртуальных сетей (к примеру, для каждого клиента свою конфигурацию), полностью абстрагированную от физического сетевого оборудования с соблюдением полной аппаратной "межплатформенности" и независимости от производителя оборудования. Иными словами, каждый сетевой элемент отныне представляет собой этакий "бутерброд" из "неинтеллектуального железа", обеспечивающего лишь функцию соединения с другим сетевым "железом", и загруженного по стандартным процедурам в его память "интеллекта", т. е. ПО, управляемого с помощью SDN-контроллера. Этот контроллер занимается так называемой "оркестровкой" своих "подчинённых" и не только эффективно и экономично "дирижирует" сетевыми соединениями и прочими ресурсами, но со временем сможет, извините за выражение, даже менять "ориентацию" сетевых узлов в зависимости от текущей потребности оператора. Иными словами, конечная цель концепции SDN заключается в том, чтобы все сетевые узлы превратились просто в стандартные компьютеры, из которых по мере надобности дистанционной сменой ПО можно делать маршрутизаторы или переключатели, серверы доступа или серверы приложений. Так сеть связи становится воистину универсальной и технологически неотличимой от хорошей компьютерной сети или сети Интернет.

Согласно недавно опубликованному отчёту агентства Transparency Market Research среднегодовые темпы роста этого рынка в период до 2018 г. составят 61,5 %, а его объём к концу указанного периода достигнет 3,52 млрд долл. США. Авторы большинства исследований полагают, что на протяжении нескольких лет направление SDN будет быстро расти по мере адаптации предприятий к изменениям в ЦОДах, обусловленным такими трендами, как "облачные" вычисления, мобильность, большие данные и BYOD (Bring Your Own Device — "приноси своё устройство" или использование личных терминалов в корпоративных целях).

С другой стороны, основными составляющими будущих ЦОДов будут серверы, системы хранения данных и сети, однако все они также станут "программно-конфигурируемыми". Сегодня благодаря виртуализации формируется качественно новый изолирующий слой между ПО и аппаратными средствами. Это не только позволяет преобразовать приложения, серверы и сети в некие программные абстракции, но и оперировать программно-определяемыми хранилищами данных (SDS — Software Defined Storage) или даже создавать адаптивные и гибкие "программно-определяемые ЦОДы" (SD-DC — Software-Defined DataCenter). В частности, концепция SD-DC предусматривает абстрагирование от аппаратной части всех компонентов ЦОДа, что делает реальным предоставление абсолютно любых ИТ-ресурсов как настраиваемых услуг по требованию: XaaS — "X-as-a-Service" или "Всё что угодно как услуга".

Разумеется, аппаратных платформ хранения данных и поддерживающих их программных систем спроектировано слишком много, чтобы вот так запросто взять и абстрагироваться от мира ИТ. Однако уже существуют решения SD-DC с созданием механизмов интероперабельности (способности к взаимодействию) компонентов неоднородной среды. Специалисты считают, что традиционные иерархические системы хранения отживают своё, а на смену им должны прийти программно-управляемые инфраструктуры, базирующиеся на OpenStack и других открытых стандартах. В них на первый план выходит логическая структура данных, а не физическое расположение устройств хранения данных.

И вот уже можно будет создавать "трубы" в "облаках" или "облака" в "трубах". В самом простом представлении будущий Телеком — это просто мощная компьютерная сеть, из которой различные потребители могут получать различные виртуальные реализации своих потребностей в лице виртуальных машин (виртуальных ОС), виртуальных рабочих мест, виртуальных серверов приложений, виртуальных сетей, виртуальных систем хранения данных, виртуальных ЦОДов, виртуальных сервисов и пр. Подобная виртуализация всего сущего будет, по сути, вершиной эффективного использования любых сетевых ресурсов по линии cloud-pipe-device. И для реализации этого полностью виртуального мира (включая и

виртуальных операторов) сегодня осталось не так уж и много препятствий. Тем более, что всю свою историю вся цифровая техника эволюционировала к специализированным компьютерам. Ведь даже любые современные терминалы — от телефонов до телевизоров — это уже тоже всё сплошь компьютеры. И их интерфейсы стали комфортными и интуитивно простыми.

Разумеется, всё это может казаться удивительным для "традиционных" связистов, но таковы уж ИКТ-тренды, и, главное, они логичны. В общем, грядёт очередной "сдвиг парадигмы", когда Телеком и ИТ наконец-то полностью сольются в процессе конвергенции. Впрочем, всё это происходит в отрасли не в первый раз. Можно вспомнить, к примеру, сколько лет верхом телефонии считался шаговый искатель — вершина механики. Механических аналогов ему в мире не существовало. И кто бы мог тогда подумать, что однажды его "похоронят" какие-то потомки арифмометров. Ну а теперь только восходящие SDN и SDS уже объединяются в "программно-определяемое окружение" или среду (SDE — Software Defined Environment). Кто бы мог подумать, что эпоха конвергенции приведёт даже не к персональным сервисам, а к персональному ИКТ-окружению. То есть потенциально вся ИКТ-отрасль будет способна подстраиваться под конкретного пользователя сервисами, хранилищами, сетями, качеством и пр. А ведь каких-то 20 лет назад (да и сейчас ещё) всё было с точностью до наоборот.

Так что дальше? По мере претворения в жизнь указанного выше вся ИКТ-инфраструктура превратится в две технологически одинаковые компьютерные сети (различающиеся лишь своими внутренними "правилами игры"), наложенные одна на другую: операторскую сеть и сеть Интернет.

Интернет как наше всё

На страницах журнала уже рассказывалось, что согласно прогнозам футурологов всех наш ждёт так называемый "Всеобъемлющий Интернет" (Internet of Everything или IoE). Причём современные производители электроники уже начали ориентироваться на грядущее подключение своих продуктов к IoE. Грядущий переход к доминированию трафика "машина-машина" (M2M) или "физический объект-физический объект" явит собой настоящую революцию, причём новые сетевые объекты будут возникать непрерывно, тихо и незаметно. Важнейшее условие реализации IoE — интеллектуальные сетевые функции, выводящие управляемость, контролируемость и масштабируемость сети на уровень, необходимый для поддержки невероятно большого числа соединений (по прогнозам до 50 млрд к 2020 г.), и нам теперь в целом понятно, как это будет организовано. IoE повышает важность и ценность сетевых соединений, причём их ценность создаёт не сам факт соединения и даже не их число, а практический результат таких соединений, ибо тогда возникают новые невиданные ранее возможности.

Согласно недавнему докладу компании Gartner "Инновации Всеобъемлющего Интернета изменят бизнес" когда-нибудь и "люди сами станут узлами Интернета с пакетом статической информации и активной системой постоянной отправки данных". И не исключено, что со временем и ИКТ-инфраструктура, и все виртуальные операторы будут иметь наднациональный характер и какие-то международно признанные регуляторные права на всей планете.

С технической же точки зрения нас будет снова интересовать следующее: если всё в мире будет подключено к IoE, не растворятся ли будущие операторские компьютерные сети в Интернете будущего? Уже сейчас в сетевых браузерах начинают появляться сервисные "кнопочки-приложения" с качественным голосом, сообщениями, видео (и прочим мультимедиа) и даже с 3D-печатью, к которым "традиционные связисты" или какие-нибудь выделенные "мультимедийные сети" не имеют практически никакого отношения. Согласитесь, никогда прежде Сеть не материализовывала столько ИКТ-сервисов или даже реальных предметов на основе их виртуальных 3D-моделей. И, к примеру, уже не только Телеком, а вся мировая промышленность собирается модернизироваться на 3D-производство, в основе которого будет IoE. И в этом нет ничего удивительного — просто в очередной раз количество перейдёт в качество.

С одной стороны, мы, вроде бы, говорим "страшные вещи" для "истинных" связистов, которые опять должны готовиться к очередному "сдвигу парадигмы", после которого понятие "Телеком" может вообще исчезнуть, превратившись в единый и глобальный "Инфоком" или просто в IoE с незатейливым сервисом "ИКТ как услуга".

С другой стороны, очевидно, пора перестать рассматривать Интернет как угрозу "традиционному" бизнесу "традиционных" операторов, а начинать смотреть на него как на будущее ИКТ-отрасли. В частности, выступая на недавнем международном саммите Nikkei 2013, один из руководителей компании Huawei, Кен Ху, представил четыре тенденции нового цифрового общества:

— Интернет станет основополагающим элементом нашего мировоззрения;

— в рабочих практиках будет преобладать мобильность, а предприятия без физических границ станут важнейшей формой бизнес-операций;

— путём эффективного использования Интернета, облачных вычислений и больших объёмов данных человечество сможет использовать интеллект людей и машин по всему миру для создания нового всеобщего интеллекта;

— по мере роста популярности Интернета и социальных сетей будут изменяться предпочтения и модели поведения клиентов и конечных пользователей, в результате чего нишевые и локальные рынки начнут сокращаться, а предприятиям придётся переходить к глобальному бизнесу.

Интернет станет ещё одной формой инфраструктуры, как электричество и дороги в прошлом. Интернет — уже не просто средство повышения эффективности, а инфраструктура для построения производственных моделей будущего, и, что ещё более важно, он должен стать отправной точкой нашего мыслительного процесса, поскольку нам откроется множество новых возможностей, если мы используем такой подход для оценки традиционных отраслей.

Вот так сегодня становятся реальностью слова разработчика первых программ для компьютеров Джозефа Маккарти, произнесённые более 50 лет назад: "Хранение и обработка информации однажды превратятся в коммунальную службу. Информация будет доступна так же, как вода, свет, газ".

С другой стороны, SDN и SDS предоставляют пользователям столь мощные возможности, что и хакеры могут получить через них для своих вредительских целей невиданные доселе ресурсы управления. И всех нас ждёт новый виток борьбы с фродом.

Не будем также забывать и о вспышке на солнце, которая "выжгла" почти 150 лет назад на планете весь телеграф. Как бы сам IoE не исчез однажды на планете, ведь тогда всем "поставившим" на него мало не покажется...

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 12, 2013

Акустическая система VERNA 50A-11

А. ДЕМЬЯНОВ, г. Москва

В статье описаны основные критерии конструирования АС на широкополосных головках и конкретная конструкция, в которой широкополосные динамические головки VISATON дополнены высокочастотными. Предлагаемая вниманию АС получила высокую оценку качества звучания.

Стереофоническая АС модели 50А-11 (фото на **рис. 1**) изготовлена с динамическими головками В200 (широкополосная, 8 дюймов) и TW70 (высокочастотная) фирмы VISATON (Германия), имеющими конусные диффузоры из целлюлозы. Первая из упомянутых головок имеет подвес из пропитанной ткани, вторая — тороидальную складку, покрытую демпфирующим составом из того же материала, что и сам диффузор.

Интерес к акустическим системам, выполненным на широкополосных излучателях, за последние 15—20 лет только возрастает. Причин много; вот некоторые из них.

1. Промышленные изделия (АС) многих европейских изготовителей (а именно они являются "законодателями моды" в сфере звука) всё чаще используют композитные материалы для изготовления диффузоров. Применение таких материалов оправдано только в одном случае — устойчивая работа на предельных уровнях мощности. Так, например, для полной реализации метрологических характеристик, изложенных в паспортной документации, головке SEAS 1262 (Норвегия), требуется подведение мощности не менее 1 Вт (сравним с головкой фирмы SUPRAVOX 135 LB, Франция, — 0,2 Вт). На российском рынке более популярны подобные "метрологического" качества головки производства VIFA, PEERLEES, SKAN SPEAK, ETON и др. Но АС, собранные на таких излучателях, слабо отвечают требованиям самой взыскательной группы людей, слушающих классическую музыку и ценящих натуральность звучания. Таким слушателям необходима система, в первую очередь, обладающая способностью воспроизведения микродинамики.

2. Основная качественная характеристика звучания — переходная характеристика, т. е. "быстродействие" акустической системы, которая отвечает за натуральность тембров инструментов. А лучшие современные (выпусков 1980 г. и позже) динамические головки, в отличие от более ранних с "бумажными" подвесами, отстают по этому важнейшему параметру в 3...5 раз. Внешние подвесы большинства современных головок, изготовленные из резины, обеспечивают при подведении большого уровня сигналов значительные, до +/−10 мм, смещения, и поэтому о микродинамике говорить не приходится, так как непременное условие для "существования" последней — как раз минимальное смещение диффузора, необходимое для воспроизведения сигналов в полосе 400...5000 Гц. Если при этом динамическая головка действует и в полосе НЧ, страдает тот же основной показатель качества воспроизведения — переходная характеристика. Динамическая головка работает "медленно", сильно маскируя и искажая подаваемый на него реальный музыкальный сигнал.

Совершенно иные переходные характеристики имеют головки, внешний подвес которых изготовлен из ткани (понятно, что разные ткани и сами геометрические характеристики форм внешних подвесов обуславливают



Рис. 1

Модель	Fs, Гц	R_{max}, Ом	Re, Ом	Qms	Qes	Qts	Vas, л
B200#1-1	43,4	57,3	4,5	8,65	0,74	0,68	62,06
B200#2-2	43,9	57,3	4,5	9,38	0,80	0,74	61,27

отличные друг от друга переходные характеристики). Но тканевые подвесы в разы уменьшают длительность переходных процессов, делают АС более "быстрыми" и, соответственно, обеспечивают более точное воспроизведение, подобное тому, что записано на носителе. Необходимо при этом отметить, что на современном рынке присутствует большое разнообразие головок с тканевыми внешними подвесами, но с посредственными объективными характеристиками и невысокими субъективными оценками.

Следует правильно понимать, что разработать головку с отличными (переходными и по совокупности) характеристиками сложно и дорого. В любом случае приходится идти на компромиссы. В настоящее время имеется немалый выбор головок, рассчитанных на большую подводимую мощность, и крайне мало головок с номинальной мощностью 15...50 Вт, имеющих хорошие метрологические и субъективные оценки и обладающих способностью воспроизводить слабые уровни сигналов второго и третьего планов музыкальных программ, т. е. пресловутой микродинамики.

3. Не менее важно, каково затухание собственных колебаний диффузора конкретной головки. Обеспечение работы головки в режиме максимально широкой полосы воспроизводимых частот при минимальном смещении диффузора требует соблюдения ряда алгоритмов оптимизации, использующих некоторые типы акустического оформления — резонаторы Гельмгольца, рупоры, панели акустического сопротивления, щиты (и крайне редко фазоинверторы).

4. Следует также отметить, что головки на тканевых и бумажных подвесах имеют более высокую чувствительность — выше в среднем на 7...12 дБ, и это, в свою очередь, уже не требует мощных и дорогих, на 80...150 Вт, усилителей и позволяет потребителю направить сэкономленные средства на повышение качества менее мощной аппаратуры.

5. Отсутствие в ряде случаев, при использовании широкополосных головок, фильтров, как таковых, можно отнести к положительным (часто и инструментальным) свойствам системы. Понятно, что любой элемент, включённый последовательно или параллельно головке, может вносить изменения в звучание. Это очень заметно (в том числе инструментально) при чувствительности головок более 90 дБ.

Максимальное и тотальное "выравнивание" АЧХ, чем озабочены некоторые участники соответствующих форумов, применяющие различные режекторы, резко ухудшает звучание и эмоциональный настрой воспроизводимого материала. То, что почти незаметно при применении "тяжёлых" диффузоров (для головки 10 дюймов масса M_{ms} = 50...60 г) на резиновых подвесах, сильно заметно в случаях с "лёгкими" диффузорами "широкополосников" (для головки 10 дюймов масса M_{ms} = 15...25 г), особенно при воспроизведении классической музыки. Такой подход годен в первую очередь для студийных мониторов.

Тем не менее при использовании современных широкополосных головок для сглаживания их АЧХ часто приходится применять последовательно включённую RL-цепь коррекции [1] — она выравнивает чувствительность АС (головки) в заданной расчётом полосе частот. Реже вводят и знакомую RC-цепь для компенсации возрастающего индуктивного сопротивления звуковой катушки на частотах выше 2500...7000 Гц.

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 2

Основные технические характеристики головки B200 сведены в **таблицу**.

Основные технические характеристики АС

Номинальное сопротивление, Ом 4
Полоса воспроизводимых частот (по уровню –3 дБ), Гц . . . . .40...20000
Чувствительность, дБ/Вт·м 91
Рекомендуемая мощность УМЗЧ, Вт . . . . .5...100
Масса одного громкоговорителя АС, кг .35

За основу акустического оформления взят вариант, предложенный фирмой-изготовителем широкополосной головки (модели Solo 50, Solo 100) [2]. Там же были взяты к рассмотрению и электрические схемы корректоров. Чертежи конструкции корпуса показаны на **рис. 2**, а распорки (верхняя и нижняя) — на **рис. 3**. Схема кроссовера (он простейший) и подключения динамических головок громкоговорителя АС показана на **рис. 4**. Внесённые изменения связаны с выбором оптимального рабочего объёма, пропорционального соотношению внешних геометрических размеров корпуса, влияющих на равномерность АЧХ.

Раскрытию потенциальных возможностей головки B200 способствовали выбор соотношений внутренних объёмов и объёма канала между ними, подбор размеров (и, естественно, объёма) выходной камеры, установка перфорированных распорок жёсткости для поглощения вибраций на частотах 35...450 Гц, распределение звукопоглотителей определённым образом, использование высококачественных материалов и некоторые другие. К этим положительным изменениям, в первую очередь, можно отнести значительное уменьшение смещения диффузора при воспроизведении частот 40...100 Гц, что в значительной степени снизило поверхностную интермодуляцию, присущую всем широкополосным излучателям. А это, в свою очередь, добавило в звучание обилие низкоуровневых сигналов второго и третьего планов, т. е. звучание приобрело достойную микродинамику — увеличилась интонационная составляющая акустических инструментов, проникновеннее зазвучал классический вокал. Изменения коснулись и схемы коррекции АЧХ головки — с учётом установленного дополнительного излучателя ВЧ.

Корпус изготовлен из высококачественной фанеры (сорт "экстра") и древесноволокнистой панели высокой плотности HDF (Германия). Приняты возможные меры по минимизации интерференции и дифракции внутри объёма и в оформлении выходной камеры. С этой целью в корпусе установлены две распорки (верхняя и нижняя), выполненные из склеенных панелей ДСП толщиной по 16 мм, а в середине корпуса — перегородка. Остальное, что не показано на рисунке, как обычно, — свободные внутренние поверхности оклеены пропитанным натуральным войлоком (плотность 0,35 кг/дм^3) толщиной 12 мм. В углах, на стыках верхней и задней панелей, а также у основания разделительной перегородки между объёмами вклеены цилиндры из х/б ватина с марлей. Их толщина (диаметр) — около 50 мм, а длина определена внутренней шириной корпуса.

Внутренняя разводка и внешние соединения с усилителем выполнены медными (чистота 99,99 %) проводами сечением 1 мм^2 в ПВХ-изоляции.

Элементы кроссовера и коррекции АЧХ смонтированы на фанерной панели

Рис. 3

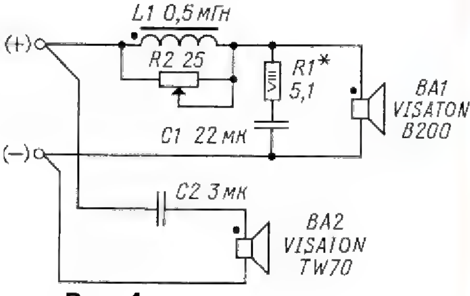


Рис. 4

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

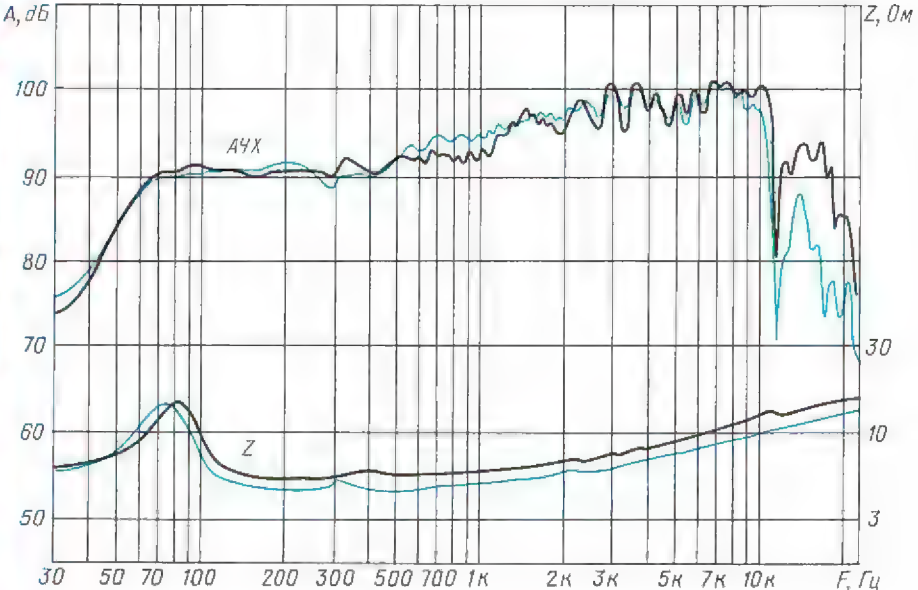


Рис. 5

соединением выводов "деталь к детали". Использованы конденсаторы К73-11 на 250 В, резисторы С5-16В — 8 Вт ±1 %, переменный резистор СП5-30-115Е — 25 Ом ±5 %.

На графиках **рис. 5** приведены частотные характеристики чувствительности и импеданса широкополосной головки — до и после перемотки звуковой катушки в один слой, проверочный объём — 38 л (без элементов фильтра). Хорошо видно, что АЧХ головки с перемотанной в один слой катушкой (цветная линия) не имеет "ступеньки" на частоте около 1800 Гц, что значительно изменило звучание к лучшему в наиболее чувствительной области средних частот (исчерпывающие исследования в начале 2000-х годов проводил А. А. Квитка, г. Москва).

В верхней части задней панели установлен переменный резистор для коррекции АЧХ АС в конкретном помещении прослушивания, а в нижней части — входные терминалы с клеммами. Задняя панель — съёмная, по периметру её внутренней поверхности она оклеена тканью — брезентом шириной 30 мм и крепится 36-ю шурупами-саморезами 6×60 мм. Внешняя отделка — шпон "zebrano" (по просьбе заказчика) и полуматовый лак.

Субъективную оценку звучания АС проводил Артём Аватинян — эксперт, пианист, главный редактор русского издания GRAMMOPHONE (Англия) и журнала "АУДИОМАГАЗИН":

"В первые же минуты слышно, что очень высоко тембровое разрешение акустической системы. Это один из самых важных, а возможно, самый важный компонент звучания. Способность убедительно передавать тембры и тональные особенности проявляется при воспроизведении записей классической музыки, в первую очередь, фортепиано, а также скрипки, органа и др. В звучании присутствует то, ради чего разработчик приступает к конструированию колонок на основе широкополосного принципа: общая звуковая гармония, подчинённость деталей целому, отсутствие разрозненности, полосных "склеек", швов.

Вместе с тем сначала ощущался недостаток энергии высоких частот, что выражалось в вуалировании графики верхнего регистра и существенном недостатке "воздуха". Я избрал среднее положение регулятора, и положение немедленно исправилось. Экспериментирование с регулятором позволяет очень точно настроить верхний регистр (по вкусу и с учётом особенностей помещения), поэтому такую функцию я считаю очень полезной. Важно заметить, что включение твиттера нисколько не нарушило общей звуковой гармонии — не появилась "отдельная" частотная полоса.

Не хочется останавливаться на разделении частотного диапазона (главным образом потому, что само звучание представляется неделимым), но о басе всё же следует сказать особо. С помощью дополнительного вуфера (для более реалистичного воспроизведения записи большого концертного органа) можно было бы получить более глубокий и эффектный нижний регистр. Однако бас этой акустической системы очень хороший: по подвижности, детальности, тональной и тембральной полноте он нисколько не уступает середине. Это говорит как о возможностях драйвера Visaton (который, правда, существенно модифицирован), так и о грамотно изготовленном НЧ-оформлении.

Моё резюме: очень музыкальная акустическая система с выверенным авторским звучанием — пример мастерской реализации широкополосной идеи".

В заключение автор считает необходимым выразить благодарность группе метрологов, почётному президенту звукорежиссёров России И. П. Вепринцеву, а также Л. Белебашеву и М. Гусарову за сотрудничество.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алдошина И. А., Войшвилло А. Г.** Высококачественные акустические системы и излучатели. — М.: Радио и связь, 1985, с. 91.

2. VISATON. Products / Kits / Fullrange Speakers. — <**http://www.visaton.com/en/bauvorschlaege/breitband/**>.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

"Всероссийская государственная телевизионная и радиовещательная компания" (ВГТРК) в 2014 г. полностью прекратит вещание "Радио России" в диапазонах длинных и средних волн в некоторых регионах, при этом точная дата этого события не указывается. Это станет очередным шагом по сокращению трансляции государственных российских радиостанций на дальние расстояния", — такое сообщение на сайте digit.ru оказалось "ожидаемой неожиданностью".

Как мы уже ранее сообщали в этой рубрике, с 14 марта 2013 г. было прекращено вещание радиостанции "Маяк" на длинных и средних волнах, после чего её можно слышать лишь в крупных населённых пунктах, где работают передатчики УКВ-диапазона. А нас ещё ожидает предстоящее с 1 января 2014 г. полное прекращение трансляций в диапазоне коротких волн российского иновещания — РГРК "Голос России". Вот почему сообщение о "Радио России" вполне укладывается в эту череду сокращений частот и передатчиков.

Заместитель генерального директора ВГТРК Сергей Архипов подтвердил планы полного прекращения вещания "Радио России" на длинных волнах и сокращения вещания этой радиостанции на средних волнах. Он уточнил, что вещание на средневолновых частотах будет отключено там, где ведутся трансляции программ этой радиостанции в УКВ-диапазоне. Сокращение вещания, по словам Архипова, связано с уменьшением государственного финансирования ВГТРК в 2014 г.

А закрытие вещания на длинных волнах, по словам г-на Архипова, связано с тем, что оно мало востребовано пользователями, а затраты на него велики. Поэтому один радиослушатель "Радио России" в этом диапазоне обходится непомерно дорого. Исходя из этого, признано нецелесообразным продолжать дорогостоящее и не слишком

Примечание*. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 4 ч.*

эффективное вещание на длинных волнах (источник: **http://digit.ru/telecom/20131002/406216082.html**).

Руководители "Российской газеты" и радиокомпании "Голос России" обеспокоены тем, что проект федерального бюджета на ближайшую трёхлетку в настоящий момент не предусматривает никакого финансирования этих СМИ на 2015 г. и 2016 г.

Как сказал главный редактор "Российской газеты" Владислав Фронин на заседании думского комитета по информационной политике при обсуждении проекта федерального бюджета, издание в данном проекте "отсутствует или имеет нули в выполнении госзадач по публикации федеральных законов".

Со своей стороны, председатель Федерального государственного бюджетного учреждения "Голос России" Андрей Быстрицкий сообщил, что такая же ситуация складывается и с радиокомпанией. Вице-спикер Госдумы Сергей Железняк заявил, что при рассмотрении проекта бюджета во втором чтении вопрос будет решён. "Я уверен, что это просто отсутствие деталировки, но это очень неприятное отсутствие деталировки", — сказал Железняк (источник: **http://www.interfax.ru/russia/news.asp?id=335638**).

ЕКАТЕРИНБУРГ. В этом городе в ближайшем будущем появятся две новые радиостанции, одна из них представляет военное ведомство, а вторая — русскую православную церковь.

По итогам конкурса Роскомнадзора право осуществлять вещание на частоте 87,6 МГц получила радиостанция "Звезда", которая входит в медиагруппу ОАО "Телерадиокомпания Вооруженных Сил РФ". Эта радиостанция появилась в эфире в 2005 г. и сейчас осуществляет вещание в 13 регионах. Она считается единственной российской радиостанцией, в вечернем и ночном эфире которой можно услышать чтение книг. "Час короткого рассказа" и "Ночная радиокнига" знакомят слушателей с историческими и приключенческими романами, юмористическими рассказами, фронтовыми повестями, а также классикой русской и зарубежной литературы.

На частоте 93,7 МГц будет вещать радиостанция "Радио Вера". Инициаторами создания этого проекта являются частные благотворители и фонд "Фома-центр". В эфире этой радиостанции, как сказано на официальном сайте, — "только светлая музыка, а среди программ — рассказы о любви, славных страницах истории, о детях и самых обычных жизненных радостях" (источник: **http://www.ura.ru/content/svrd/27-09-2013/news/1052166259.html**).

КИРОВ. "Радио Ваня" с 1 октября начало работу в г. Кирове на частоте 104,3 МГц.

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. Радиостанцию "Ретро FM" теперь можно принимать на частоте 98,1 МГц в г. Апшеронске.

КРАСНОЯРСК. "Детское радио" начало регулярное вещание в г. Красноярске на частоте 97 МГц. Как и во всех других городах Урала и Сибири, здесь ведётся трансляция федерального вещания радиостанции из Москвы с учётом соответствующего часового пояса. В ближайшее время организация регионального представительства или редакции не планируется.

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. На частоте 103,7 МГц в г. Тихвине теперь работает радиостанция "Европа Плюс".

МОРДОВИЯ. 4 сентября в столице республики Мордовия г. Саранске начались трансляции программ местной радиостанции "Старт FM" на частоте 104,5 МГц.

НОВОКУЗНЕЦК. В Новокузнецке появилась единственная в России радиостанция, вещание которой целиком посвящено детям. Круглосуточный эфир "Детского радио" ("Дети FM") состоит из детских песен, спектаклей, познавательно-развивающих и развлекательных программ и рубрик, информационно-просветительских программ для родителей. Трансляция федерального вещания радиостанции из Москвы идёт на частоте 95,6 МГц с учётом соответствующего часового пояса.

ПЕРМЬ. 2 октября 2013 г. радиостанция "Комсомольская правда" начала своё вещание в Перми на частоте 96,6 МГц, принадлежащей Издательскому дому "Комсомольская правда", с участием местного партнёра "Урал-Информ ТВ". В Москве радиостанция "Комсомольская правда" появилась в 2009 г. Первый региональный филиал открылся в 2010 г. в г. Красноярске. На данный момент региональная сеть радиостанции насчитывает 20 городов.

На стадии подготовки находится запуск эфира радиостанции "Комсомольская правда" ещё в 17-ти городах. В Вологде, Бийске, Салавате и Саяногорске вещание начнётся до конца 2013 г. Также радиостанцию можно слушать в любой точке мира на сайте <**http://www.fm.kp.ru**>.

САМАРСКАЯ ОБЛ. Позывные и программы "Первого доброго радио" (слоган радиостанции "Мир") появились в эфире г. Сызрань на частоте 101,8 МГц.

САХАЛИНСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Ретро FM" начала работу на частоте 88,3 МГц в г. Южно-Сахалинске. В этом же городе в конце сентября началось вещание танцевальной радиостанции "Рекорд" на частоте 88,9 МГц.

ТАМБОВСКАЯ ОБЛ. Программы радиостанции "Европа Плюс" зазвучали на частоте 107,7 МГц в г. Мичуринске.

ТЮМЕНЬ. "Детское радио" выиграло конкурс на эфирное вещание в Тюмени на частоте 104,2 МГц, это будет 30-й город в сети первой и единственной в России детской радиостанции.

ХАНТЫ-МАНСИЙСК. Радиостанция "Радио Дача" получила право на вещание в Ханты-Мансийске на частоте 104,8 МГц. Соответствующее решение было принято на заседании Федеральной конкурсной комиссии по телерадиовещанию 25 сентября 2013 г.

ЧЕЛЯБИНСК. На частоте 94,6 МГц с мощностью 0,5 кВт начнёт работу радиостанция "Love Radio", время её трансляции ежедневно и круглосуточно.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

АЛЯСКА, США. Расположенная вблизи города Анкор Пойнт (Anchor Point) радиостанция KNLS в зимнем сезоне вещания транслирует религиозные программы на русском языке по следующему расписанию: 08.00 — 09.00 — на частоте 9655 кГц; 16.00 — 18.00 — на частоте 6190 кГц (источник: **http://www.knls.net/rus/schedule.htm**).

КОРЕЯ. Радиостанция "KBS World" на русском языке в эфире с 18.00 до 19.00 на частоте 7235 кГц. В 01.00, 05.30, 09.30, 13.00, 16.30 — ежедневно, 21.30 (кроме пятницы) транслируются специальные укороченные выпуски для Москвы и Подмосковья на частоте 738 кГц (сеть "WRN").

ПОЛЬША. "Польское радио" приняло решение о закрытии вещания на русском языке на коротких волнах, так что с начала зимнего вещательного сезона оно исчезнет из коротковолнового эфира. Москвичи и жители Московской области могут продолжать слушать программы на средневолновой частоте 738 кГц. Кроме того, все передачи можно также слушать на сайте <**http://www.radioporusski. pl**>. Там есть как отдельные сюжеты в форме звуковых файлов, так и в режиме онлайн можно послушать передачу целиком.

Однако в направлении Белоруссии вещание на белорусском языке продолжится на средневолновой частоте 1386 кГц с 20.00 до 21.00 (источник: **http://www.radyjo.net/4/73/Artykul/51299**).

РУМЫНИЯ. "ИнтерРадио Румыния" на русском языке работает по следующему расписанию: 05.30 — 06.00 — на частотах 6120 (DRM) и 7210 кГц для европейской части России; 14.30 — 15.00 — на 11795 и 13840 кГц для Дальнего Востока; 16.00 — 17.00 — на 5940 (DRM) и 9810 кГц для европейской части России (источник: **http://rri.ro/ru_ru/frecvente-264**). На украинском языке программы транслируются в таком режиме: 16.00 — 16.30 — на частоте 5955 кГц; 18.00 — 18.30 — на частоте 6090 кГц; 20.00 — 20.30 — на частоте 6030 кГц.

ТАЙВАНЬ. Передачи "Международного радио Тайваня" на русском языке транслируются по следующему расписанию: 11.00 — 12.00 — на частоте 11985 кГц для Дальнего Востока; 14.00 — 15.00 — на частоте 15180 кГц в направлении Сибири; 17.00 — 18.00 — на частоте 7465 кГц для европейской части России.

УКРАИНА. 25 сентября 2013 г. на территории Косовского района Ивано-Франковской области частное предприятие "Телерадиокомпания "РАИ" начала вещание на частоте 100,6 МГц. До сих пор территория этого горного района не покрывалась сигналом ни одной местной или областной радиостанции, из-за чего его жители не имели доступа к оперативной информации о событиях в районе и области.

В ближайшей перспективе ООО "Телерадиокомпания "РАИ" откроет в Косове корреспондентский пункт. Новости отныне будут широко освещаться в радиопрограммах и станут неотъемлемой частью информационного пространства Ивано-Франковщины (источник: **http://itexpert.org.ua/rubrikator/item/30155-v-ukraine-vpervye-nachalos-fm-veshchanie-v-gornykh-rajonakh.html**).

Хорошего приёма и 73!

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Дальний приём сигналов точного времени

С. МАКАРЕЦ, г. Киев, Украина

Приобретя наручные часы "Casio" со встроенным приёмником сигналов точного времени, автор столкнулся с тем, что их синхронизация по радиосигналу не работала ни в ручном, ни в автоматическом режиме. В специализированном сервисном центре сказали лишь, что в Киеве не гарантирован уверенный приём сигналов радиостанций точного времени, на работу с которыми рассчитаны эти часы. Пришлось самостоятельно решать проблему уверенного приёма этих сигналов.

Внешний вид изготовленного устройства изображён на **рис. 1**. Оно представляет собой рамочную магнитную антенну, индуктивно связанную с миниатюрной встроенной антенной часов. Диаметр каркаса рамки — 95 мм, ширина — 15 мм. На нём намотаны 460 витков изолированного провода диаметром 0,22 мм. Параллельно обмотке подключены два конденсатора общей ёмкостью 62 пФ (47 пФ+ +15 пФ).

Основа каркаса — короткий отрезок картонной трубы подходящего диаметра, щёчками служат вкладыши из упаковки компакт-дисков. Через каждые 100 витков между слоями обмотки сделаны прокладки из бумажной малярной липкой ленты.

На этом можно было бы и завершить статью, но автор считает необходимым рассмотреть поднятую тему несколько глубже. Поскольку условия приёма сигналов точного времени индивидуальны, методика поиска решения проблемы важнее параметров конкретной конструкции.

Наручные часы с синхронизацией по радио, для которых создавалась внешняя антенна, способны принимать сигналы пяти специальных радиостанций, из которых только две расположены в Европе. Первая из них — радиостанция в г. Рагби (Великобритания), частота — 60 кГц, мощность передатчика — 50 кВт, расстояние до Киева — 2200 км. Вторая — радиостанция в г. Майнфлинген (Германия), частота — 77,5 кГц, мощность передатчика — 50 кВт, расстояние до Киева — 1530 км.

Длина волны излучения первой радиостанции — 5 км, второй — приблизительно 3,23 км. Так что создание эффективной антенны, принимающей электрическую составляющую электромагнитного излучения, нереально. Четвертьволновый штырь для приёма сигналов точного времени из Германии должен иметь высоту около 800 м, а для приёма английской радиостанции — ещё больше. Магнитная же антенна, особенно с ферритовым магнитопроводом, может иметь значительно меньшие размеры.

К сожалению, электрическое подключение внешней антенны к часам, не имеющим соответствующего разъёма, невозможно. Может быть использована только магнитная связь внешней антенны с внутренней. Но магнитное поле ферритовой антенны сосредоточено в её магнитопроводе, и чтобы обеспечить достаточно сильную связь, приходится тщательно подбирать расположение часов относительно такой антенны. Задача осложняется тем, что точная ориентация внутренней антенны, как правило, неизвестна.



Рис. 1


Рис. 2

Экспериментально автор выяснил, что его часы предпочтительно прижимать к торцу магнитопровода внешней антенны так, чтобы линия 3—9 часов совпадала с продолжением его продольной оси. Для повседневного использования это оказалось очень неудобным. Значительно проще располагать часы для корректировки их хода на специальной подставке вблизи рамочной антенны, как показано на рис. 1.

Эффективность приёмной магнитной антенны оценивается её действующей высотой. Для рамки, настроенной в резонанс, её вычисляют по приведённой, например в [1], формуле

$$h_д = QknS,$$

где $h_д$ — действующая высота антенны, м; k — коэффициент, равный $2\pi/\lambda$ (π=3,14); λ — длина волны, м; n — число витков рамки; S — её площадь, м^2; Q — добротность образованного рамкой колебательного контура.

Аналогичная формула из [2] для магнитной антенны с ферритовым магнитопроводом

$$h_д = \mu_{эфф}QknS,$$

где $\mu_{эфф}$ — эффективная относительная магнитная проницаемость магнитопровода. Для разомкнутого магнитопровода антенны она в несколько раз меньше магнитной проницаемости материала, из которого он сделан, измеряемой в замкнутой магнитной цепи. Например, по данным [2] эффективная проницаемость стержня из феррита 400НН — около 130.

Исходя из приведённых формул, действующая высота ферритовой магнитной антенны при прочих равных условиях в $\mu_{эфф}$ раз больше, чем у рамочной антенны. Однако ферритовый магнитопровод большого сечения трудно изготовить, он получается очень тяжёлым и неудобным в обращении. Увеличение же диаметра рамочной антенны, согласно приведённой выше формуле, увеличивает её действующую высоту пропорционально квадрату диаметра. Поэтому практически достигаемый выигрыш не так уж велик. При внешнем диаметре 120 мм и соблюдении ряда других, не рассматриваемых здесь условий, рамочная антенна с "корзиночной" намоткой соответствует антенне на стержне из феррита 400НН длиной 200 и диаметром 10 мм [2].

Исходя из рассмотренных факторов, автор остановил свой выбор на рамочной магнитной антенне. Поочерёдно были изготовлены три антенны: на каркасе внешним диаметром 120 мм, антенна с "корзиночной" намоткой на картонном основании диаметром 500 мм, антенна с "корзиночной" намоткой на основании из двух детских гимнастических обручей диаметром 500 мм. Эти антенны изображены на **рис. 2**.

РАДИО № 12, 2013
Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИОПРИЁМ
РАДИО®

Рис. 3

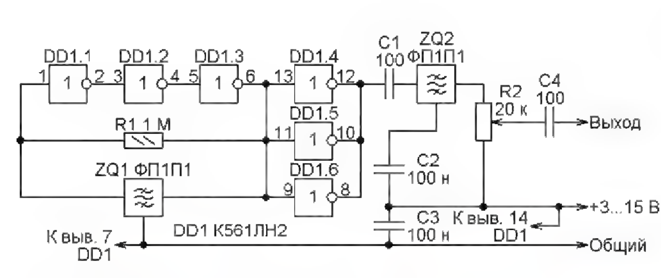


Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6



Рис. 7

Для точной настройки антенн на частоту радиостанции точного времени автор использовал самодельный генератор с кварцевой стабилизацией частоты, собранный по схеме, показанной на **рис. 3**. Для предотвращения самовозбуждения петли из логических элементов DD1.1—DD1.3 на высокой частоте в неё добавлены фильтры R1C1C2 и R3C3, подбираемые при налаживании. Переменным резистором R4 регулируют уровень сигнала, подаваемого на выходной усилитель. В качестве магнитной антенны генератора WA1 использована готовая катушка индуктивности с ферритовым магнитопроводом.

Часы, помещённые внутри или вблизи изготовленных антенн, упорно не синхронизировались. Более того, они не "чувствовали" даже расположенный рядом с ними испытательный генератор. Последнее объяснимо. Дело в том, что индикатор в часах показывает не уровень сигнала, а процент ошибок при его декодировании. Такой вывод автор сделал исходя из описания специализированной микросхемы приёмника сигналов точного времени CME8000 [3].

Для оценки уровня сигнала автор переделал портативный радиовещательный приёмник с диапазоном ДВ (150...375 кГц). Для уменьшения принимаемой частоты ёмкость конденсатора в его гетеродинном контуре была увеличена. Вместо имеющейся магнитной антенны, перестраиваемой переменным конденсатором, с помощью дополнительных катушек связи подключались изготовленные рамочные антенны, настроенные на частоту радиостанции точного времени подбираемыми конденсаторами. Кроме того, по схеме, показанной на **рис. 4**, был собран телеграфный гетеродин, работающий на частоте, равной ПЧ приёмника (465 кГц), что значительно облегчило приём немодулированных сигналов. Кстати, он может пригодиться тем радиолюбителям, которые захотят принимать телеграфные сигналы на радиовещательный приёмник.

Сразу же было обнаружено, что на частоте 77,5 кГц отчётливо слышна местная радиостанция "Промінь". Возможное объяснение этого явления — приём паразитного излучения одного из каналов трёхпрограммного проводного вещания, работающего на частоте 78 кГц. Чтобы принять на фоне этой помехи узкополосный сигнал точного времени (ежесекундное, кроме 59-й секунды каждой минуты снижение уровня его несущей на 75 % длительностью 100 мс при передаче логического нуля или 200 мс при передаче логической единицы), требуется приёмник с очень узкой, измеряемой десятками герц, полосой пропускания.

С учётом доступности необходимых комплектующих автор остановил свой выбор на специализированной микросхеме CME6005 и собрал очень простой приёмник сигналов точного времени по схеме, показанной на **рис. 5**, которая соответствует в основном рекомендованной изготовителем микросхеме. Кстати, в её описании [4] подробно рассказано о структуре сигналов точного времени, передаваемых радиостанциями в Рагби и Майнфлингене.

Приёмник собран на макетной плате, прикреплённой к стандартному закрывающемуся отсеку для двух гальванических элементов типоразмера AAA, оснащённому выключателем питания. Важно, чтобы конденсаторы C1 и

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

C2 находились вблизи выводов микросхемы DA1. Антенные входы приёмника и "земля" выведены в виде проводов с зажимами "крокодил" для подключения внешних антенн. Кроме того, приёмник оборудован собственной антенной, изготовленной из ферритовой антенны от карманного приёмника, перестроенной на частоту 77,5 кГц. К выводам 10 и 11 микросхемы (прямой и инверсный выходы для подключения микроконтроллера) через резисторы подсоединены светодиоды, желательно разных цветов свечения. Точный тип использованных светодиодов автору неизвестен, но они достаточно ярко светят при указанных на схеме номиналах резисторов R1 и R2.

После включения питания приёмник в течение нескольких секунд выбирает оптимальный режим работы, после чего светодиоды мигают в такт принимаемым сигналам. Естественно, передача вещательной радиостанции проявляется хаотичным переключением светодиодов в такт музыке или разговору. Однако практически сразу автору удалось увидеть регулярные ежесекундные импульсы сигналов точного времени. Приём вёлся внутри железобетонного здания в помещении без окон в западном направлении. Было найдено несколько мест наиболее устойчивого приёма, причём направления наилучшего не совпадали, более того, они были перпендикулярны!

К моменту написания статьи установленная в одном из этих мест антенна, изображённая на рис. 1, уже более месяца обеспечивала ежесуточную синхронизацию часов в автоматическом режиме.

Имея большую рамочную антенну, было невозможно удержаться от проверки синхронизации часов по сигналам более далёкой радиостанции из Великобритании. К сожалению, автору не удалось найти кварц на 60 кГц, поэтому приёмник на микросхеме CME6005 не использовался. Переделанный длинноволновый приёмник показал, что сигналы радиовещательных станций на этой частоте отсутствуют, зато сильно прослушиваются помехи от импульсных блоков питания даже при работе телевизора или монитора в дежурном режиме. Поэтому всю технику в квартире пришлось отключить от сети.

Перестроенная на 60 кГц антенна диаметром 500 мм из двух детских гимнастических обручей была установлена в месте наиболее устойчивого приёма радиостанции из Великобритании — у юго-восточного окна — и ориентирована в направлении восток—запад. В итоге сигналы радиостанции точного времени из г. Рагби были успешно приняты (**рис. 6**).

Уместно немного дополнить информацию о конструкции этой антенны. Она хорошо видна на **рис. 7**. В отверстия, просверленные в обручах, в качестве направляющих для провода вставлены стержни, изготовленные из обычных круглых карандашей. Число направляющих — 31. Оно может быть и другим, но обязательно нечётным, чтобы в результате получилась так называемая "корзиночная" намотка. Число витков — 60, ёмкость конденсатора, подключаемого параллельно катушке для её настройки на частоту 77,5 кГц, — 1000 пФ. После намотки на направляющие надет второй обруч, и вся конструкция обмотана экраном — алюминиевой полосой, изготовленной из кулинарной фольги. Чтобы экран не образовывал индуктивно связанный с обмоткой замкнутый виток, он должен иметь разрыв длиной около 10 мм по периметру антенны.

Расчёт индуктивности антенны выполнялся по формуле из [5]

$$L = \frac{0{,}1D^2N^2}{4D + 11s},$$

где L — индуктивность, мкГн; D — средний диаметр обмотки, см; N — число витков; s — ширина обмотки, см.

При испытаниях антенны на открытом воздухе в период зимних морозов выяснилось, что частота её настройки сильно изменяется при охлаждении. По возвращении в закрытое помещение не удавалось принять даже сигнал испытательного генератора, пока антенна не прогревалась до комнатной температуры. Поэтому радиолюбителям, которые будут пытаться использовать такую антенну в качестве наружной, необходимо позаботиться о компенсации температурного ухода частоты. Такой же эффект возникал при пайке конденсаторов, настраивающих антенну в резонанс, поэтому желательно, подбирая эти конденсаторы, присоединять их без пайки и лишь по окончании подборки припаивать.

Что касается антенны, изображённой на рис. 1, то практика выявила, что фактическая ёмкость конденсаторов, настраивающих её на частоту 77,5 кГц, получилась в несколько раз меньше рассчитанной исходя лишь из индуктивности обмотки. Это говорит о большой межвитковой ёмкости катушки, намотанной "внавал". Первоначально она состояла из 860 витков с отводами от 200, 300 и 460-го витков. Но выяснилось, что за счёт межвитковой ёмкости собственная резонансная частота всей обмотки ниже необходимых 77,5 кГц. Поэтому "лишние" 400 витков были удалены.

При использовании только части витков антенны (с настройкой этой части на нужную частоту подборкой подключённого к ней параллельно конденсатора) экспериментально подтверждён теоретический вывод о том, что эффективность магнитной антенны тем выше, чем больше в ней витков. Уровень принимаемого сигнала испытательного генератора контролировался осциллографом.

Автор считает, что на основе специализированного приёмника CME6005 и рамочной магнитной антенны несложно собрать часы, синхронизируемые по радио, либо ввести такую возможность в уже сделанные. Такие часы смогут всегда показывать точное время на значительно большем удалении от радиостанции, по сигналам которой они синхронизируются, чем малогабаритные наручные с встроенной миниатюрной антенной.

Добавив в такие самодельные часы маломощный передатчик, можно обеспечить радиосинхронизацию других находящихся поблизости часов. Их уже не придётся оборудовать громоздкими антеннами.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Григоров И.** Приёмные магнитные рамочные антенны. — <**http://www.antentop.org/library/files/rx_loop.v5.pdf**>.

2. **Поляков В.** Рамочная средневолновая антенна. — <**http://qrx.narod.ru/anten/rs_ant.htm**>.

3. CME8000 Receiver IC. — <**http://www.c-max-time.com/downloads/getFile.php?id=533**>.

4. CME6005 Receiver IC. — <**http://www.c-max-time.com/downloads/getFile.php?id=514**>.

5. **Поляков В.** Радиотехнические расчёты-5. — Радио, 2003, № 1, с. 53, 54.

***От редакции.** Следует иметь в виду, что часы, синхронизируемые по сигналам зарубежных радиостанций точного времени, будут показывать время, принятое в той стране, где находится принимаемая радиостанция. Чтобы исправить этот недостаток, нужно предусмотреть внесение соответствующей поправки в программе микроконтроллера, управляющего часами.*

Определитель выводов и основных параметров транзисторов и диодов

В. ГЛИБИНА, г. Москва;

А. ПЕТРОВ, г. Рыбинск Ярославской обл.

Тема определения выводов биполярных транзисторов, их структуры и измерения коэффициента передачи тока $h_{21э}$ периодически появляется на страницах нашего журнала: от простейших приборов с индикацией на звукоизлучателях и светодиодах до более сложных, с применением микроконтроллера, светодиодных или ЖК-индикаторов. Об одном из таких приборов рассказано ниже. Он дополнительно тестирует диоды, светодиоды и полевые транзисторы.

Ещё в теперь уже далёком 1981 г. группа разработчиков представила на 28-й Выставке творчества радиолюбителей прибор для проверки транзисторов, собранный на микросхемах ТТЛ серии 133 [1]. Информация о расположении выводов транзистора, его структуре и параметре $h_{21э}$ выводилась на табло, собранное из семиэлементных светодиодных индикаторов. И хотя тогда такой прибор был востребован, повторить его смогли не многие из-за дефицита элементной базы и относительно сложной схемы.

По схожему алгоритму определения выводов проверяемого транзистора работает прибор, конструкция которого была опубликована в журнале "Радио" [2]. Он собран на логических микросхемах структуры КМОП, АЦП ICL7106CPL, полевых транзисторах и двух ЖКИ. Применение мощных переключательных полевых транзисторов в узле коммутатора дало возможность измерять параметр $h_{21э}$ у мощных биполярных транзисторов при коллекторном токе до 2 А. Автор старался уменьшить габаритные размеры своего прибора за счёт числа микросхем, что позволило отличать биполярные транзисторы от полевых лишь по признаку перегрузки АЦП. Кроме того, семиэлементные ЖКИ не могут достаточно качественно отображать буквы. Применение микроконтроллера (МК) и знакосинтезирующего индикатора практически снимает эти проблемы, значительно упрощает схемное решение.

При разработке программы для МК был взят за основу алгоритм определения транзистора из [1] и [2]. Использованы с доработкой схемы узел мощного коммутатора и узел подключения датчиков тока из [2]. Все сигналы управления этими узлами, функции маломощного коммутатора резисторов, задающих ток базы, и АЦП возложены на МК. Алгоритм реализован программно на языке программирования С (среда программирования Atmel Studio 6.0). При работе прибора программа последовательно обращается к массивам данных, размещённых в памяти МК, в которых в определённом порядке расположены данные с уровнями сигналов управления, считывает их и подаёт на выходы МК. Имеющийся в МК десятиразрядный АЦП использован для измерений в ходе определения с последующим анализом их результатов и выводом на знакосинтезирующий ЖКИ (две строки по 16 символов). Для взаимодействия с индикатором используется интерфейс I²C, реализованный в модуле TWI микроконтроллера.

Прибором определяются мощные и маломощные биполярные транзисторы, в том числе "цифровые", полевые с изолированным затвором с индуцированным и встроенным каналом, а также с p-n переходом, диоды с измерением падения напряжения на них при малом и большом прямом токе, что позволяет отличать, например, диоды Шотки от обычных кремниевых. Определяются светодиоды, если их рабочее напряжение не превышает 4,5 В. Никаких манипуляций, кроме подачи питания и нажатия на одну кнопку после подключения полупроводникового прибора, не требуется.

Разработано по заданию редакции журнала «Радио»

Основные технические характеристики

Вывод на индикатор при проверке транзисторов:
- обозначения выводов биполярных транзисторов . . . **К, Б, Э**
- их структуры аббревиатурой . . . . **N-P-N** или **P-N-P**
- коэффициента передачи тока в схеме с ОЭ . . . . **h21 = XXXXX**
- обозначения выводов полевых транзисторов . . . . . **З, С, И**
- типа проводимости их канала . . . . **N-канал** или **P-канал**
- их структуры . . . . **MOSFET** или **JFET**
- начального тока, если он не равен нулю, ... **$I_н$ = XX,X mA**

Вывод на индикатор при проверке диодов:
- обозначения выводов . . . . **Катод** и **Анод**
- падения напряжения при двух значениях прямого тока, В . . . . . . **U1 = X,XX** и **U2 = X,XX**

Измерение $h_{21э}$ при токе базы, мА . . . . 0,02; 0,1 и 1

Прямой ток через проверяемый диод:
- для маломощных, мА . . . . . 5 и 50
- для мощных, А . . . . 0,1 и 2,5

Максимальное измеряемое значение $h_{21э}$ биполярных транзисторов:
- обычных и "цифровых" 2500
- составных 25000

Напряжение питания (литиевый аккумулятор или три Ni-MH аккумулятора типоразмера AAA), В 3,6

Ток потребления, мА:
- в режиме ожидания 30
- при тестировании, не более 220

Ток через замкнутые выходные гнёзда не более, мА 100

Схема прибора показана на **рис. 1**. При подаче питания выключателем SA1 напряжение с источника питания G1 поступает на DC/DC преобразователь, собранный на микросхеме DA1 по типовой схеме. Его выходным напряжением +5 В питаются все узлы прибора и МК DD1.

Линии ADC0—ADC5, PB5—PB7, PD0—PD5 портов МК конфигурируются как входы (записью 0 в соответствующие разряды регистров DDRxn и PORTnx) с отключёнными внутренними резисторами, т. е. переводятся в высокоимпедансное состояние Z. Без их отключения определение транзисторов было бы недостоверным (аналогично необходимости отключения резисторов R1—R9, см. ниже).

На транзисторных сборках VT1—VT3 по схеме трёхфазного моста собран мощный коммутатор. Он подключён к линиям питания через датчик тока — резистор R12, по изменению напряжения на котором программа во время поиска обнаруживает полупроводниковый прибор. Выходы коммутатора соединены с гнёздами XS1—XS3, к которым произвольным образом подключают выводы проверяемого прибора. К этим выходам подключены и резисторы R1—R9, задающие ток базы биполярного или напряжение на затворе полевого транзистора при определении. Линии МК PB0, PB1, PB4, PC2—PC4 сконфигурированы как выходы (в соответствующих разрядах регистра DDRxn записаны 1) и соединены с затворами транзисторных ключей коммутатора. В процессе поиска выводов прибора программа сигналами с этих выходов управляет состояниями ключей (открыт/закрыт) согласно **таблице**, записывая 0 или 1 в соответствующие разряды регистров PORTnx.

Сначала программа выполняет поиск транзистора. Обратимся к таблице. В каждом состоянии коммутатора в одном плече моста всегда открыт верхний по схеме ключ, подключая один

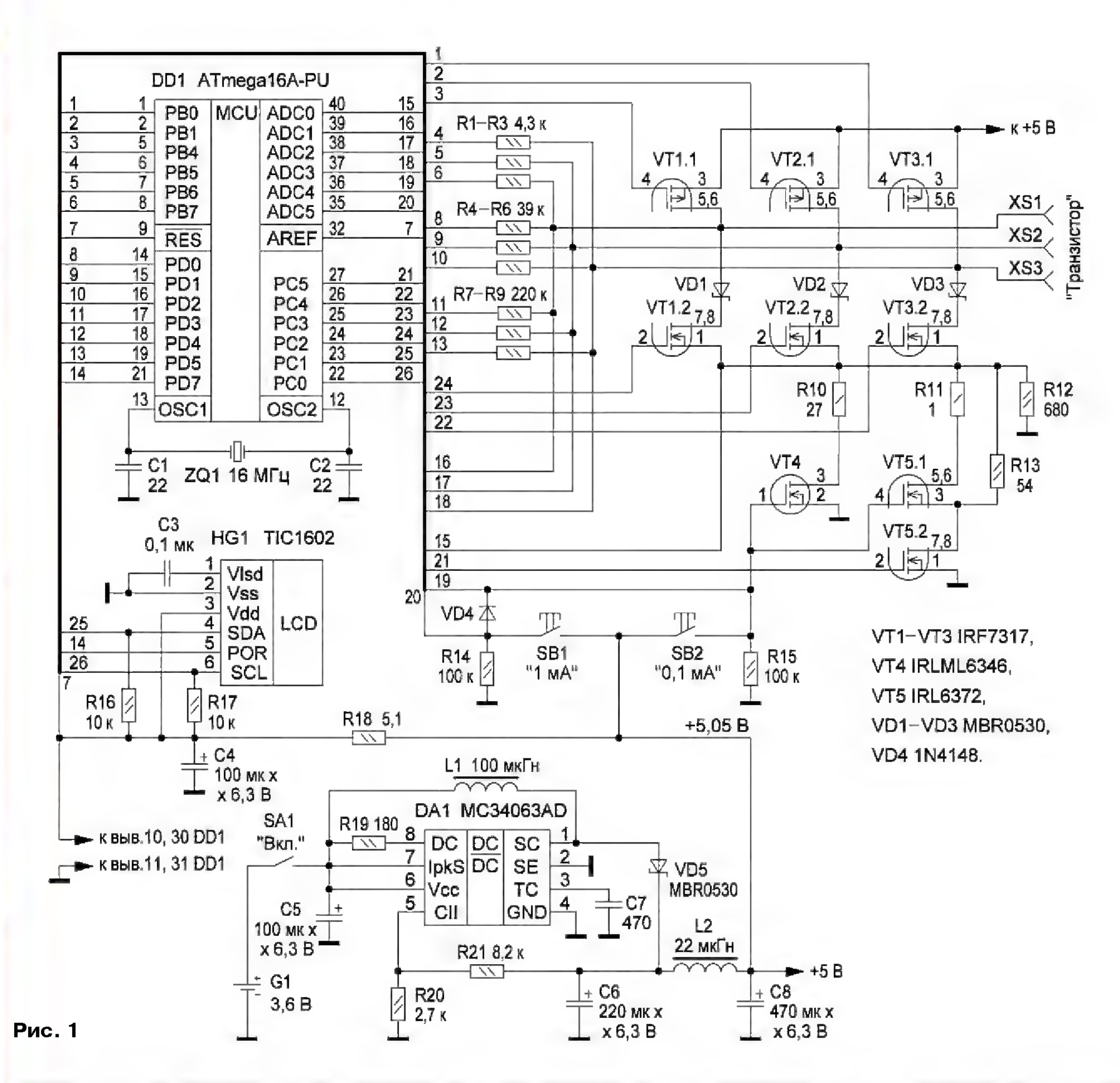


Рис. 1

№ клеммы	Состояние 1					Состояние 2					Состояние 3					Состояние 4					Состояние 5					Состояние 6				
	Лог. уровень	Этап 1		Этап 2		Лог. уровень	Этап 3		Этап 4		Лог. уровень	Этап 5		Этап 6		Лог. уровень	Этап 7		Этап 8		Лог. уровень	Этап 9		Этап 10		Лог. уровень	Этап 11		Этап 12	
		n-p-n	n-канал	p-n-p	p-канал		n-p-n	n-канал	p-n-p	p-канал		n-p-n	n-канал	p-n-p	p-канал		n-p-n	n-канал	p-n-p	p-канал		n-p-n	n-канал	p-n-p	p-канал		n-p-n	n-канал	p-n-p	p-канал
XS1	Z	Б	З	Б	З	Z	Б	З	Б	З	В	К	С	Э	И	Н	Э	И	К	С	В	К	С	Э	И	Н	Э	И	К	С
XS2	В	К	С	Э	И	Н	Э	И	К	С	Z	Б	З	Б	З	Z	Б	З	Б	З	Н	Э	И	К	С	В	К	С	Э	И
XS3	Н	Э	И	К	С	В	К	С	Э	И	Н	Э	И	К	С	В	К	С	Э	И	Z	Б	З	Б	З	Z	Б	З	Б	З

вывод транзистора к линии питания +5 В (лог. уровень В — высокий), в другом открыт нижний ключ, подключая другой вывод через датчик тока R12 к линии питания 0 В (лог. уровень Н — низкий), а в третьем — оба ключа закрыты, и это плечо находится в разомкнутом состоянии (Z).

На каждом нечётном этапе поиска программа проверяет транзистор структуры n-p-n (или n-канальный) и устанавливает на предполагаемом выводе коллектора (стока) +5 В, эмиттера (истока) — 0 В, а для предполагаемого вывода базы или затвора — плечо коммутатора в состояние Z. Предположение проверяется подачей на выход этого плеча нарастающего перепада напряжения от 0 до +5 В с выхода МК через соответствующий резистор (один из R1—R9). Если поданным перепадом транзистор открывается, то на датчике R12 формируется импульс амплитудой более +0,5 В (напряжение обнаружения), и транзистор считается обнаруженным. Если это не так, следует чётный этап поиска: выводы коллектора и эмиттера, как видно из таблицы, переназначаются в предположении, что он структуры p-n-p (или p-канальный) и с того же выхода МК подаётся спадающий от +5 В до 0 перепад напряжения. При отсутствии напряжения обнаружения коммутатор переходит на следующее состояние. На одном из этапов предположение о назначении выводов

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-83-05

оказывается верным. Из таблицы видно, на каком этапе поиска произойдёт обнаружение подключённого произвольным образом транзистора к гнёздам XS1—XS3. В памяти МК находятся массивы array_display и array_cel, в которых пронумерованы строки с данными о транзисторе в соответствии с таблицей: расположение выводов, структура и группа (для полевых). После обнаружения программе остаётся лишь по индексу в массиве найти соответствующую запись для вывода её на ЖКИ.

В начале программы, как уже сказано выше, девять линий PB5—PB7, PD0—PD5 были переведены в высокоимпедансное состояние, поэтому резисторы R1—R9, идущие к ним, незадействованы. Во время поиска одна из трёх групп резисторов R1—R3, R4—R6 или R7—R9, в зависимости от состояния кнопок SB1, SB2, задействуется. Другие остаются отключёнными до изменения состояния кнопок, в противном случае их шунтирующее влияние приведёт к ложному определению транзистора. При нажатой кнопке SB1 программа обнаруживает на входах ADC4 и ADC5 высокие уровни и через линии PB5—PB7 оперирует группой резисторов R1—R3, задающей ток базы 1 мА. При нажатой кнопке SB2 высокий уровень на входе ADC5 блокируется диодом VD4 и программа через линии PD0—PD2 оперирует группой R4—R6, задающей ток базы 0,1 мА. При отпущенных кнопках через линии PD3—PD5 она оперирует группой R7—R9, задающей ток базы 20 мкА. Программа всегда работает с тремя линиями, оставляя остальные шесть в состоянии Z.

Во время процесса поиска каждая из этих трёх линий порта МК, соединённая через резистор с плечом коммутатора в состоянии Z, выходит из состояния Z, переключаясь на вывод логического сигнала, — начинает работать как выход (задавая ток базы или напряжение на затворе транзистора). Записью 1 в соответствующий разряд регистра PORTnx на выходе формируется нарастающий перепад напряжения, а записью 0 — спадающий. При выходе плеча коммутатора из состояния Z линия вновь переводится в состояние Z, а вместо неё к процессу поиска подключается следующая линия из трёх. Шунтирующего влияния резисторов друг на друга в группе не происходит.

Нажатие на любую кнопку приводит также к открыванию транзисторов VT4, VT5.1, и параллельно датчику R12 подключается датчик R10, а параллельно R13 — R11. Проверка проходит при большем токе.

Временные диаграммы на **рис. 2** в качестве примера иллюстрируют определение транзистора структуры n-p-n (или с n-каналом) и измерение $h_{21Э}$ на первом этапе первого состояния коммутатора (см. таблицу) при условии, что его выводы подключены к гнёздам XS1—XS3 согласно таблице, а кнопки не нажаты. Рассмотрим на этом примере процесс подробнее. После подачи заданных программой напряжений $U_З$ на затворы VT1—VT3, VT5.2 (рис. 2,а, б, г) следует пауза длительностью 2 мс (рис. 2,в, д). Ёмкость затвор—исток полевого транзистора может составлять единицы нФ. При его проверке она с подключённым на этом этапе высокоомным резистором R7 (кнопки не нажаты) образует интегрирующую цепь. Указанная пауза заведомо больше времени разрядки/зарядки входной ёмкости через этот резистор. За 2 мс все переходные процессы в коммутаторе и подключённом транзисторе, даже если он полевой, заканчиваются. По окончании паузы АЦП измеряет поступающее на вход ADC0 напряжение с датчика обнаружения R12 и его значение U_0 в коде АЦП заносится в ячейку памяти МК. Далее с выхода PD3 на резистор R7 (рис. 2,в) подаётся нарастающий перепад напряжения +5 В. Поскольку резистор соединён с базой (затвором) транзистора, последний открывается и на датчике R12 формируется положительный импульс напряжения (рис. 2,д). Опять выдерживается пауза 2 мс (о её необходимости уже рассказано выше), и АЦП вновь измеряет напряжение на датчике R12 как U_1. Если разница измеренных напряжений $U_{об} = U_1 - U_0$ более +0,5 В, то транзистор считается обнаруженным.

В противном случае, как уже сказано выше, программа переходит на второй этап — обнаружение транзистора структуры p-n-p (или с p-каналом) — и подаёт на выход PD3 напряжение 0 В. Вновь вычисляется значение $U_{об}$. В случае неудачи обнаружения ($U_{об} < +0{,}5$ В), например, выводы транзистора подключены не так, будет переход на второе состояние коммутатора (см. таблицу), третье и т. д. с формированием каждый раз необходимых напряжений и пауз, пока не наступит обнаружение. При его отсутствии цикл поиска повторяется до выключения питания.

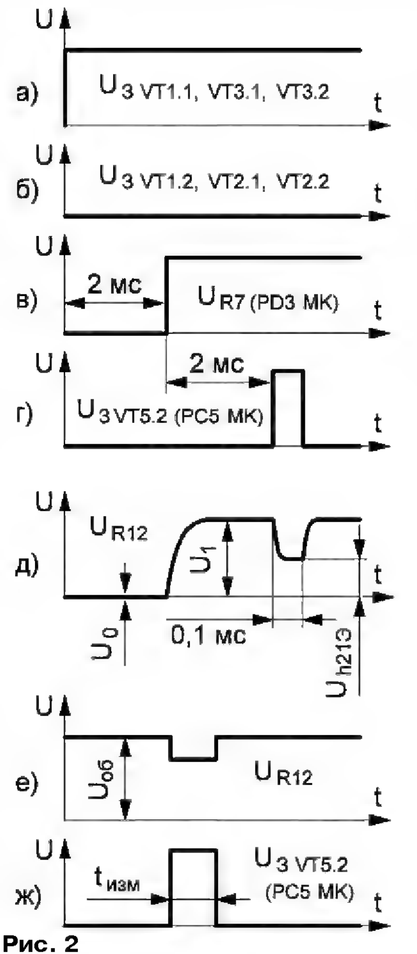


Рис. 2

После обнаружения АЦП измеряет через один из входов ADC1—ADC3, заданный программой, напряжение на базе (затворе) транзистора. Если оно более +4,8 В в нечётном этапе, то транзистор — полевой с изолированным затвором и n-каналом. Менее +0,2 В в чётном — полевой с изолированным затвором и p-каналом. По номеру этапа программа находит в массиве запись и выводит её на ЖКИ. Кроме того, если ячейка памяти с U_0 не пуста (значение $U_0 > 0$), то вычисляется ток через резистор R12 и его значение также выводится на ЖКИ (см. ***фото на первой с. обложки***). Далее следует пауза 2 с, после которой программа обращается к началу поиска и цикл повторяется до тех пор, пока транзистор не будет вынут из гнёзд.

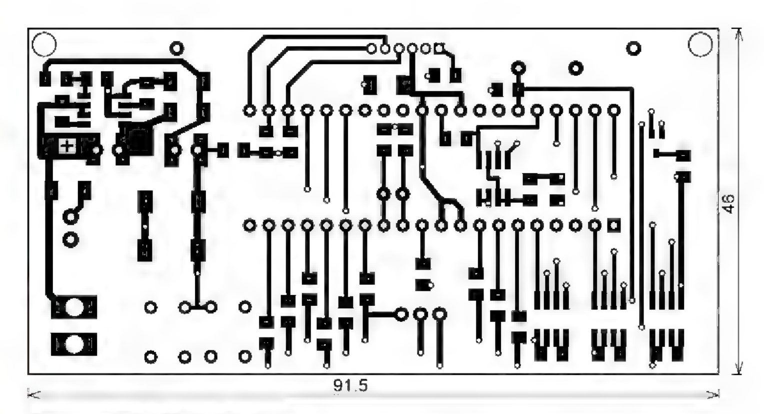
Если напряжение на базе (затворе) не соответствует указанному, то программа всё равно проверяет содержимое ячейки с U_0, и если она не пуста, то транзистор принимается за полевой с p-n переходом. В массиве данных находится соответствующая запись, которая выводится на ЖКИ. Далее следуют пауза 2 с, возврат в начало поиска, и повторение описанного выше алгоритма.

Если же содержимое ячейки с U_0 равно нулю, то транзистор считается биполярным. Начинается измерение параметра $h_{21Э}$. Рассмотрим это опять на примере рис. 2. На выходе PC5 МК устанавливается напряжение +5 В, оно поступает на затвор VT5.2 ($U_{З\ VT5.2}$, рис. 2,г), и последний открывается, подключая датчик для измерения $h_{21Э}$ маломощных транзисторов R13 параллельно R12. Через 0,1 мс АЦП измеряет напряжение $U_{h21Э}$ на R13, после чего датчик R13 немедленно отключается за ненадобностью (рис. 2,г, д). Это исключает просадку напряжения питания при большом токе измерения из-за конечного значения ёмкости сглаживающего конденсатора C8, приводящую к сбою МК, нагреву элементов и излишнему потреблению от источника питания. При таком программном решении мощный источник питания не требуется. Измеренное значение $U_{h21Э}$ заносится как $U1_{h21Э}$ в первую из двух ячеек памяти, выделенных под это измерение.

Биполярный транзистор может усиливать ток базы в инверсном включении. Поэтому программа, обнаружив биполярный транзистор, продолжает поиск на всех оставшихся состояниях коммутатора, и если происходит второе обнаружение, то значение $U1_{h21Э}$ из первой ячейки сдвигается во вторую, а в первую записывается второе измеренное значение $U2_{h21Э}$, как в сдвиговом регистре.

Следует отметить, что коэффициент передачи тока $h_{21Э}$ для каждой структуры вычисляется индивидуально. Для p-n-p структуры он численно равен измеренному на датчике напряжению в мВ. При нажатой кнопке SB2 это значе-

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru



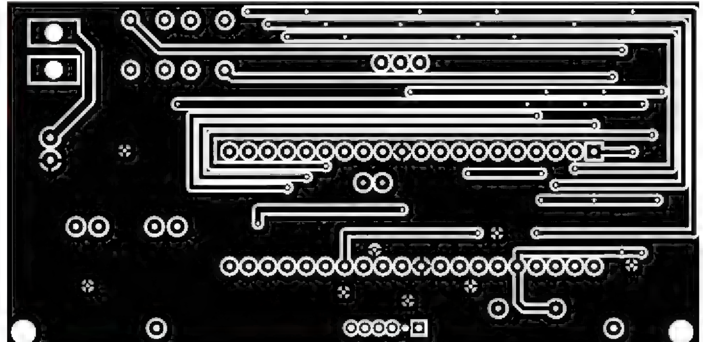


Рис. 3

Рис. 4

ние программно умножается на 10. Для n-p-n структуры $h_{21Э}$ вычисляется иначе. Это связано со схемным решением коммутатора. Резистивные датчики R11 и R13 оказываются подключёнными в цепь эмиттера транзистора, а не коллектора, как для структуры p-n-p. Падение напряжения на них приводит к уменьшению напряжения на базовом резисторе (R1—R9), а значит, и тока базы транзистора. Действует ООС по току. Численное равенство $h_{21Э}$ и напряжения на датчике нарушается: чем больше $h_{21Э}$, тем меньше рост напряжения, поэтому $h_{21Э}$ вычисляется по формулам:

$h_{21Э} = 4400 \times U_{h21Э} / (4000 - U_{h21Э})$ — кнопки не нажаты;

$h_{21Э} = 4300 \times U_{h21Э} / (3950 - U_{h21Э})$ — нажата SB1;

$h_{21Э} = 39000 \times U_{h21Э} / (3350 - U_{h21Э})$ — нажата SB2,

где $U_{h21Э}$ — измеренное АЦП напряжение в мВ (рис. 2,д).

После окончания последнего 12-го этапа поиска программа сравнивает вычисленные значения $h_{21Э}$. Меньшее, если обнаружится, соответствует инверсному включению. Оно игнорируется, а большее выводится в десятичном виде вместе с записью из массива данных на ЖКИ. Следует пауза 2 с, после которой программа, как уже говорилось, возвращается в начало поиска, и цикл повторяется.

Если обнаружения транзистора не произошло, происходит запуск поиска диодов, также со сменой состояний коммутатора согласно таблице. Диод подключают произвольно к двум из трёх гнёзд XS1—XS3. Отметим, что транзистор, имеющий один исправный переход, определятся как диод. Определение структуры и канала игнорируется, резисторы R1—R9 программно отключены, поскольку "опрос" вывода затвора или базы не требуется.

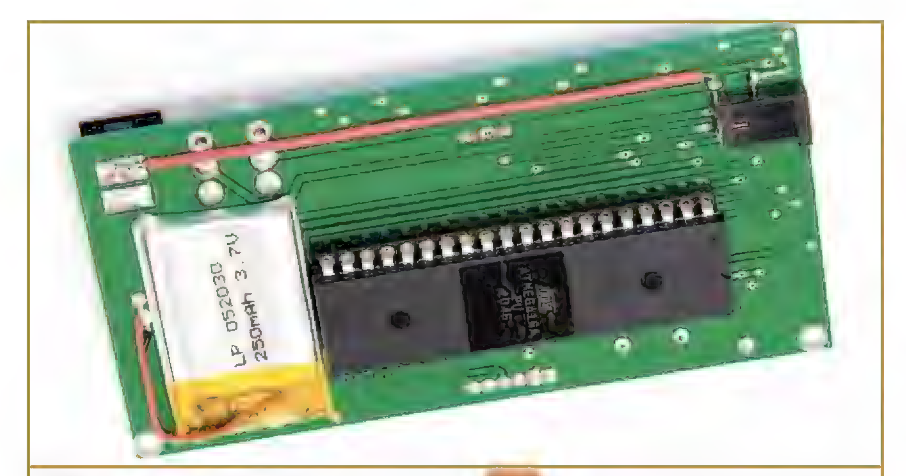
При первом же появлении во время поиска напряжения $U_{об}$ более +0,5 В на датчике обнаружения R12 (рис. 2,е) диод считается найденным. После паузы 2 мс через два входа из ADC1—ADC3, заданных программой, АЦП измеряет напряжение U_1 на диоде. Далее от напряжения $U_{З\,VT5.2}$ с выхода PC5 (рис. 2,ж) открывается транзистор VT5.2, подключая резистор R13 параллельно R12. Ток тестирования увеличивается, и АЦП вновь измеряет напряжение на диоде, но уже как U_2, после чего транзистор VT5.2 немедленно закрывается. Значения напряжений U_1 и U_2 заносятся тоже в две выделенные для них ячейки памяти. В памяти МК содержатся две записи: первая — анод—катод, вторая — катод—анод. В зависимости от нечётности/чётности номера состояния коммутатора при обнаружении диода программа выводит первую или вторую запись на ЖКИ вместе с измеренными напряжениями U_1 и U_2. Следуют пауза 2 с и возвращение программы в начало цикла — поиска транзистора.

Если кнопки SB1 или SB2 не нажаты, выводятся значения падения напряжения U_1 при прямом токе около 5 мА (определяется резистором R12) и U_2 при прямом токе около 50 мА (определяется резистором R13). С нажатием на любую кнопку подключаются датчики R10, R11 и выводятся значения при прямом токе 100 мА и 2,5 А.

Значения прямого тока, помимо резисторов, определяются сток-затворными характеристиками нижних по схеме транзисторов коммутатора VT1.2—VT3.2. Вступает в действие ООС по току: ток истока и напряжение на истоке не могут более увеличиться, так как это привело бы к уменьшению напряжения затвор—исток, а значит, к уменьшению тока и напряжения на истоке, и наоборот. Для указанного на схеме типа транзисторов VT1—VT3 максимальное напряжение на датчиках тока R10—R13 равно +2,5...3 В и зависит от тока тестирования. Это значение определяет не только максимальный ток через резистивный датчик R11, но и верхний предел измерения параметра $h_{21Э}$. Поскольку ток протекает очень короткое время (не более 125 мкс), нагрева элементов коммутатора и подключённого полупроводникового прибора, как уже сказано, не происходит.

Диоды VD1—VD3 блокируют поступление напряжения с датчика R12 через встроенные диоды транзисторов VT1.2—VT3.2 на резисторы R1—R9 при определении полевых транзисторов. Иначе они не будут определяться.

Печатная плата разработана в программе Sprint Layout 5.0 (**рис. 3**). Расположение элементов приведено на **рис. 4**, а фотоснимок со стороны установки МК — на **рис. 5**. Для зарядки литиевого аккумулятора на этой стороне клеем Scotch закреплено гнездо DS-313. Применены элементы для поверхностного монтажа, кроме диода VD4. Транзисторы VT1—VT3 заменимы на IRF7307, IRF7319, FDS4897C, FDS8958A, VT5 — IRF8313, IRF7907, IRF7905. VT4 — любой в корпусе SOT23 с пороговым напряжением менее 3 В. Диоды VD1—VD3 заменимы любыми подобными с обратным током не более 1,5 мкА при обратном напряжении 3 В. Оксидные конденсаторы — танталовые. Конденсатор C8 можно составить из двух ёмкостью 220...470 мк, для чего на печатной плате предусмотрены установочные места. Дроссели L1, L2 — серии LQH55D. На плате имеются отверстия для установки дросселей и с гибкими выводами. Рабочий ток дросселей должен быть не менее 0,3 А, а активное



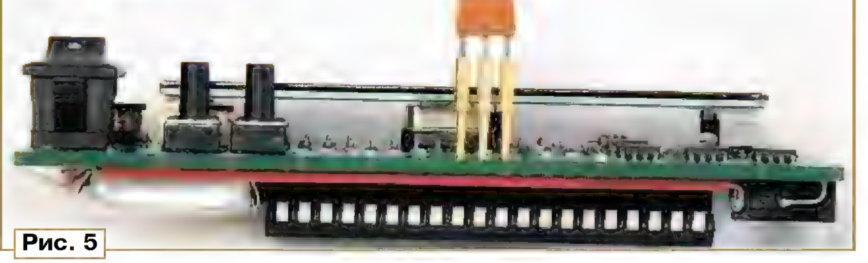


Рис. 5

сопротивление — не более 1 Ом (L1) и 0,5 Ом (L2). Вместо индикатора TIC1602 (контроллер/драйвер PCF2119) возможно применение TIC240 или WX1602T. Правильно собранный прибор не нуждается в налаживании.

Работа с прибором достаточно проста. После включения питания он готов к работе. На ЖКИ (без подключения полупроводникового прибора) отобразится надпись "Не определён". К гнёздам XS1—XS3 подключают полупроводниковый прибор. На индикаторе появится соответствующая информация. Выводы считываются по расположению гнёзд: от XS1 к XS3 слева — направо. При неопределении типа прибора остаётся надпись "Не определён".

Рекомендации по нажатию на кнопки. При нажатой кнопке SB1 "1 мА" проверяют биполярные транзисторы средней и большой мощности, в том числе составные со встроенным базовым резистором 600 Ом...6 кОм, а также "цифровые". С нажатой SB2 "0,1 мА" — составные без встроенного резистора или со встроенным более 6 кОм (КТ972, КТ973 и им подобные). Мощные диоды проверяются с любой нажатой кнопкой, а без нажатия на кнопки — маломощные диоды и биполярные, а также все полевые транзисторы. Авторы благодарят Никиту Горбункова за помощь в разработке программы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лучшие конструкции 28-й Выставки творчества радиолюбителей. Сборник / Сост. А. В. Гороховский. — М.: ДОСААФ, 1981, с. 140—143.

2. **Глибин С.** Прибор для определения выводов, структуры и коэффициента передачи тока транзисторов. — Радио, 2009, № 2, с. 23—27.

От редакции. *Программа микроконтроллера и чертёж печатной платы в формате Sprint Layout 5.0 имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/12/tester.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Микроконтроллерный модуль на ATmega8 в корпусе TQFP

А. ЖДАНОВ, г. Бишкек, Кыргызстан

Для тех, кто хочет встроить микроконтроллер в разрабатываемую или уже действующую аппаратуру, предлагаю одностороннюю печатную плату размерами 55×40 мм, на которой смонтирован вместе с выпрямителем и стабилизатором напряжения питания популярный ныне среди радиолюбителей микроконтроллер ATmega8A-AU в миниатюрном корпусе TQFP.

Преимущество такого корпуса — его небольшие размеры — одновременно является и недостатком, прежде всего, из-за шага расположения выводов 0,8 мм, слишком мелкого для удобной разводки печатных проводников на самодельной печатной плате. В предлагаемом модуле, схема которого показана на **рис. 1**, выводы всех портов микроконтроллера разведены на разъёмы XP1—XP4 с шагом контактов 2,54 мм, к которым можно удобно подключить все необходимые внешние цепи.

На разъём XP1 выведены линии PC0—PC5, имеющие альтернативную функцию входов встроенного в микроконтроллер АЦП, а также ещё два его входа — ADC6 и ADC7. На этот разъём можно подавать аналоговые сигналы, напряжение которых лежит в интервале 0...+5 В, требующие цифровой обработки в микроконтроллере. Не используемые для этой цели контакты разъёма XP1 (кроме 2 и 4) могут служить обычными дискретными входами или выходами. К контакту 4 разъёма и входу ADC6 микроконтроллера в модуле уже подключён аналоговый датчик температуры LM335Z (BK1), но если этот датчик и резистор R2 не устанавливать, то на вход ADC6 можно подавать внешние аналоговые сигналы.

На разъём XP2 выведены цепи, необходимые для подключения к микроконтроллеру программатора. В запрограммированном микроконтроллере их можно использовать и для других целей, например, для подключения блока индикации и управления. Это особенно удобно, если в этом блоке восемь индикаторов и восемь кнопок. Допустим, в готовой конструкции доступ к микроконтроллерному модулю затруднён, но блок индикации легко доступен, так как находится на её передней панели. Если в подобном случае возникнет необходимость перепрограммировать микроконтроллер, прибор не придётся полностью разбирать, чтобы добраться до разъёма программирования. Можно подключить программатор к кабелю, отключённому от блока индикации.

Основная функция цепей, выведенных на разъём XP3, — дискретный ввод—вывод. Но к его контактам 5 и 7 при необходимости можно подключить кварцевый резонатор, задающий тактовую частоту микроконтроллера. Контакты 1 и 3 имеют альтернативную функцию выходов блоков захвата и сравнения, на которые могут быть выведены сформированные микроконтроллером ШИМ-сигналы. Контакты 4 и 6 могут служить входами встроенного в микроконтроллер аналогового компаратора напряжения, а контакты 2 и 8 — соответственно входом захвата таймера T1 и его счётным входом.

На разъём XP4 выведены линии PD0—PD4 микроконтроллера. Альтернативные функции линий PD0 и PD1 (контакты 4 и 2) — соответственно вход RXD и выход TXD, которые могут использоваться для связи с COM-портом компьютера. Однако соединять их с компьютером нужно через соответствующий преобразователь уровней, построенный, например, на микросхеме MAX232.

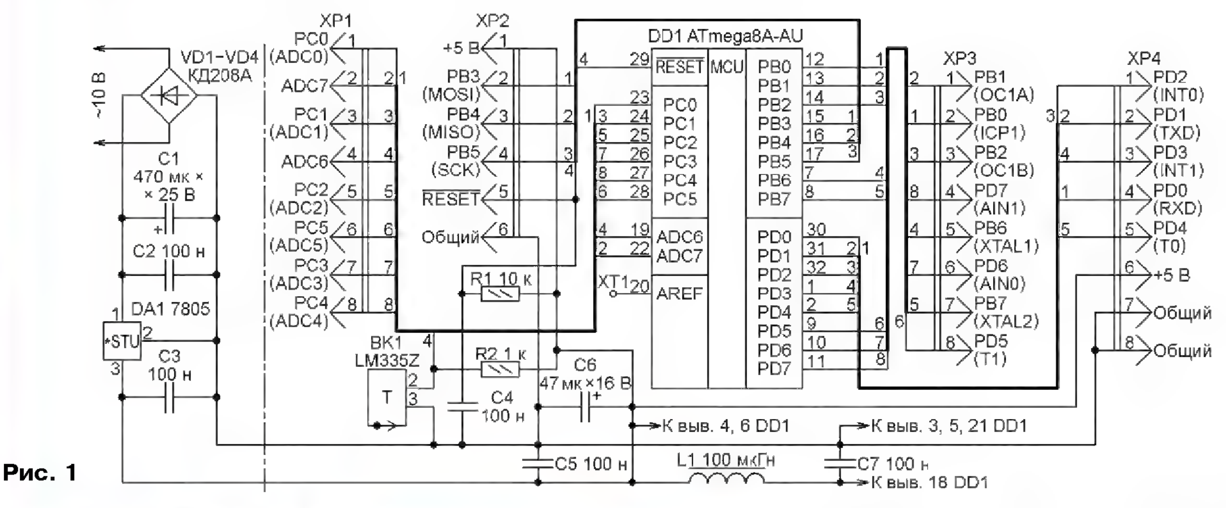
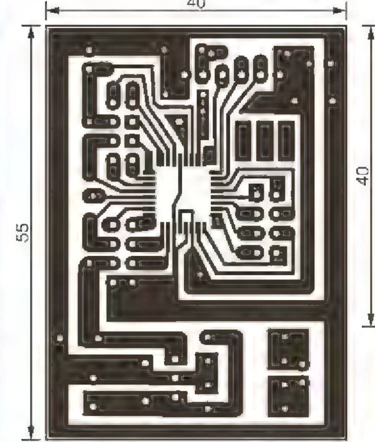
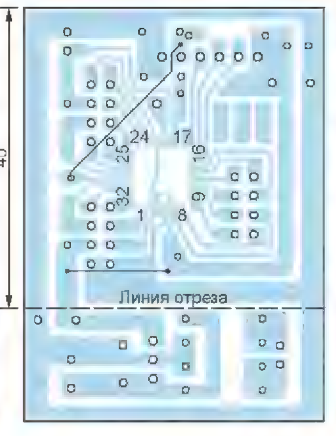


Рис. 1

Контакты 1 и 3 могут служить входами внешнего запроса прерывания программы микроконтроллера, а контакт 5 — счётным входом таймера T0. На контакт 6 выведено напряжение +5 В от имеющегося на плате стабилизатора напряжения DA1. В случае изготовления платы без стабилизатора (о чём будет рассказано ниже) на этот контакт можно подать такое же напряжение питания микроконтроллера от внешнего источника. Контакты 7 и 8 — общий провод.





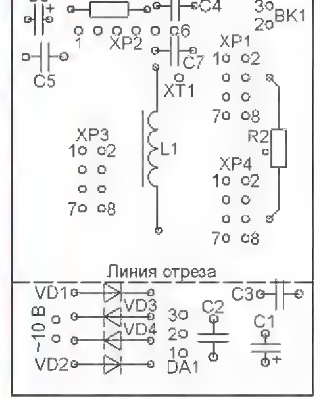


Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-28-38

В контрольной точке XT1 можно измерить вольтметром с большим входным сопротивлением внутреннее образцовое напряжение АЦП микроконтроллера. Сюда же можно подать внешнее образцовое напряжение.

Чертёж печатных проводников платы и расположения элементов на ней показан на **рис. 2**. На стороне печатных проводников необходимо установить две перемычки из изолированного провода.

Первое включение модуля рекомендуется производить, не впаивая перемычку, соединяющую контакт 6 разъёма XP4 с выводом дросселя L1. Подав на диодный мост VD1—VD4 переменное напряжение 9...15 В от любого подходящего понижающего трансформатора, следует измерить постоянное напряжение между контактами 6 и 7 разъёма XP4. Оно не должно отличаться от 5 В более чем на 0,25 В. Только после этого можно припаять перемычку.

Прим. ред. *Более правильная методика — смонтировать всю плату, за исключением микроконтроллера, и проверить напряжение питания непосредственно на контактных площадках, предназначенных для его выводов питания (4, 6 — +5 В; 3, 5, 21 — общий провод). Только после этого устанавливать на плату микроконтроллер.*

Если предполагается использовать модуль в устройстве, уже имеющем стабилизированный источник напряжения 5 В с достаточным запасом мощности, то размеры платы модуля можно уменьшить до 40×40 мм, обрезав её по показанной на рис. 2 штриховой линии. Удаляемые при этом выпрямитель с интегральным стабилизатором напряжения на схеме рис. 1 находятся слева от штрихпунктирной линии.

Терменнот, или терменвокс на микроконтроллере

С. СУРОВ, г. Нижний Новгород

Когда автора и его дочь заинтересовал электромузыкальный инструмент терменвокс, они изготовили его по схеме Л. Д. Королёва, опубликованной в [1]. Но оказалось, что извлекать из терменвокса звуки точной тональности довольно сложно. Для этого нужно обладать хорошим музыкальным слухом. Было решено создать инструмент, похожий на терменвокс по принципу управления тональностью и громкостью звука, но генерирующий сигналы только фиксированных частот — нот стандартного музыкального звукоряда.

Внешний вид созданного инструмента, названного терменнотом, показан на **рис. 1**, а его принципиальная схема изображена на **рис. 2**. Основной элемент — микроконтроллер ATmega88-20PU (DD1), тактовая частота которого стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1 на 20 МГц.

Программированием разряда конфигурации CKOUT на вывод 14 микроконтроллера выведены импульсы, следующие с тактовой частотой. Через конденсатор C3 они поступают на колебательный контур, образованный катушкой индуктивности L2, конденсатором C5 и варикапом VD1. Переменным резистором R1 регулируют напряжение смещения, подаваемое на варикап, точно настраивая контур на частоту 20 МГц. Фильтр R2C1 препятствует проникновению высокочастотных колебаний в цепь настройки. К контуру подключена штыревая антенна WA2.

Когда исполнитель подносит к антенне WA2 руку достаточно близко, чтобы ёмкость между ней и антенной оказала ощутимое влияние на контур, резонансная частота контура уменьшается. Вследствие этого напряжение на входе АЦП снижается тем больше, чем ближе поднесена рука. В программе микроконтроллера определённым оцифрованным значениям этого напряжения сопоставлены ноты.

По мере плавного приближения руки к антенне терменнот поочерёдно воспроизводит 48 нот четырёх октав — малой, первой, второй и третьей (по семь основных и пять производных в каждой). Частота самой низкой из них (нота до малой октавы) — 130,81 Гц, самой высокой (си третьей октавы) — 1975,5 Гц. При обратном движении руки ноты перебираются в обратном порядке. Синусоидальный сигнал звуковой частоты формируется по принципу прямого цифрового синтеза (DDS — Direct Digital Synthesis). Освоить его при разработке терменнота мне помогла статья [2], которая поможет разобраться в работе DDS.



Рис. 1

Напряжение на контуре после выпрямления диодом VD3 через фильтр L4C9 и подстроечный резистор R5 поступает на вывод 27 микроконтроллера, сконфигурированный как вход встроенного в него АЦП. Пока исполнитель не поднёс руку к антенне WA2, напряжение на контуре и, соответственно, на входе АЦП имеет максимальное значение, при котором программа микроконтроллера не генерирует звуковые сигналы.

Обрабатывая следующие с частотой 250 кГц (через каждые 4 мкс) запросы прерывания от таймера T1, программа формирует на выходах PD0—PD7 и PB1 микроконтроллера девятиразрядные цифровые отсчёты синусоиды. Их преобразует в аналоговую форму десяти-

тел. 607-89-00
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 2

разрядный ЦАП КР572ПА1 (DA4), младший разряд которого не используется. Применена нетиповая схема включения микросхемы ЦАП, что позволило отказаться от источника минусового напряжения для её питания. Напряжение +9 В подаётся на микросхему DA4 от интегрального стабилизатора DA2 через фильтр C13C19L5C21C23. Образцовым для ЦАП служит напряжение +3,3 В с выхода интегрального стабилизатора DA3, прошедшее фильтр C31C34L6C39C35.

С вывода 15 ЦАП звуковой сигнал через фильтр C28R13C32, подавляющий паразитные спектральные составляющие, расположенные выше половины частоты дискретизации 250/2=125 кГц, и регулятор начальной громкости R17 подан на вход микросхемы УМЗЧ TDA2003 (DA5), включённой по типовой схеме. Она установлена на небольшом теплоотводе. Нагрузкой усилителя служит широкополосная динамическая головка BA1 мощностью 5 Вт с сопротивлением звуковой катушки 8 Ом.

В процессе игры на терменноте исполнитель имеет возможность изменять громкость звучания, поднося левую руку к антенне WA1, представляющей собой петлю из металлической трубки. Управление происходит по тому же принципу, что и выбор нот. Колебательный контур L1C4, к которому подключена антенна WA1, настроен ферромагнитным подстроечником катушки L1 в резонанс с сигналом частотой 20 МГц, подаваемым на контур через конденсатор C2. Выпрямленное диодом VD2 напряжение через фильтр L3C8 и подстроечный резистор R4 поступает на вывод 28 микроконтроллера, сконфигурированный как ещё один вход АЦП. Пока исполнитель не поднёс к петле руку, напряжение на этом входе имеет максимальное значение и установлена наибольшая громкость звука.

Поднося руку к петле, исполнитель ступенчато уменьшает громкость. Отводя руку, он также ступенчато её увеличи-

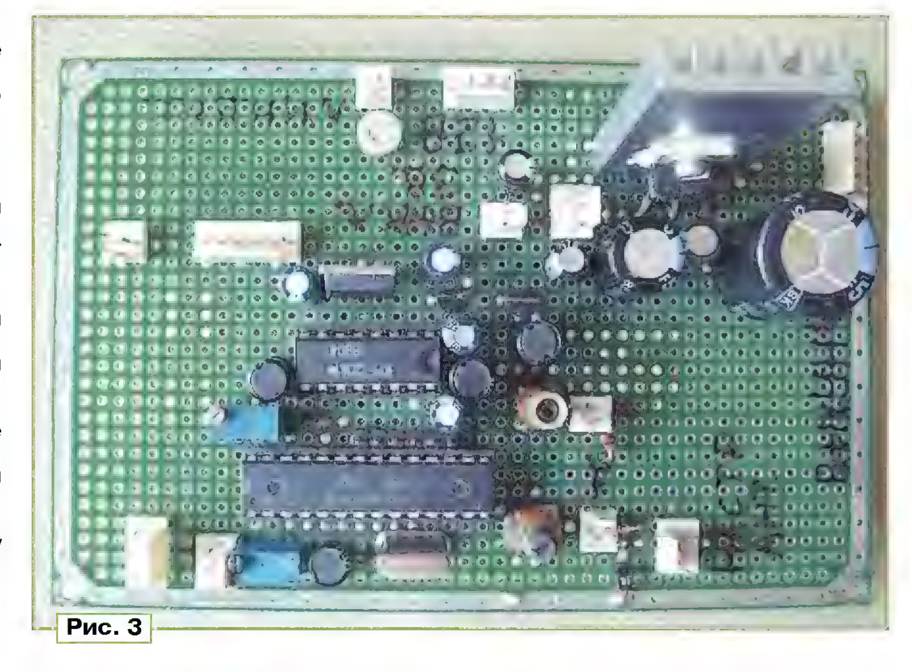


Рис. 3

вает. Всего предусмотрены пять ступеней громкости. В программе снижение громкости на каждую ступень реализовано сдвигом цифровых значений, предназначенных для вывода в ЦАП, на один двоичный разряд вправо с заполнением старшего разряда нулём, что равнозначно делению на два. Минимальной громкости соответствуют четыре таких сдвига, что соответствует делению на 16.

Ёмкость, вносимая в колебательные контуры инструмента приближением рук исполнителя к антеннам WA1 и WA2, зависит от формы и размеров этих антенн. Поэтому их следует строго соблюдать при изготовлении.

Антенна WA2 (**рис. 4**) — штыревая диаметром 7 мм телескопическая, но используется в сложенном виде, когда её длина вместе с шарниром — 170 мм. Она закреплена винтом на металлической полоске размерами 60×10×0,5 мм, согнутой в виде буквы П, которая, в свою очередь, установлена внутри корпуса на металлических стойках высотой 45 мм. Под винт, крепящий шарнир антенны к полоске, подложен контактный лепесток, к нему припаян провод длиной 50 мм, соединяющий антенну с колебательным контуром на плате.

Антенна WA1 представляет собой петлю из латунной трубки, имеющей внешний диаметр 9 мм. Размеры петли показаны на **рис. 5**. В торцы трубки впаяны гайки М4 для её крепления к корпусу терменнота. Под один из крепёжных винтов подложен контактный лепесток с припаянным к нему экранированным проводом длиной 260 мм, соединяющим антенну с колебательным контуром. Экранирующая оплётка соединена с общим проводом только с одной стороны вблизи колебательного контура. Сверху на неё надета термоусаживаемая трубка.

Переменные резисторы R1 и R17 установлены на передней панели корпуса инструмента, каждый соединён с монтажной платой тройкой свитых проводов, помещённых в общий экран. Экраны соединены с общим проводом только на плате. Сверху на них надеты термоусаживаемые трубки.

Собранный инструмент закреплён на штативе BENRO T-600EX, предназначенном для фото- и видеокамер. Для уменьшения влияния алюминиевой треноги центральный стержень штатива полностью поднят.

Для загрузки программы в микроконтроллер через разъём XP1 использовалась программа PonyProg2000. Конфигурация микроконтроллера должна быть установлена в соответствии с **рис. 6**.



Рис. 4

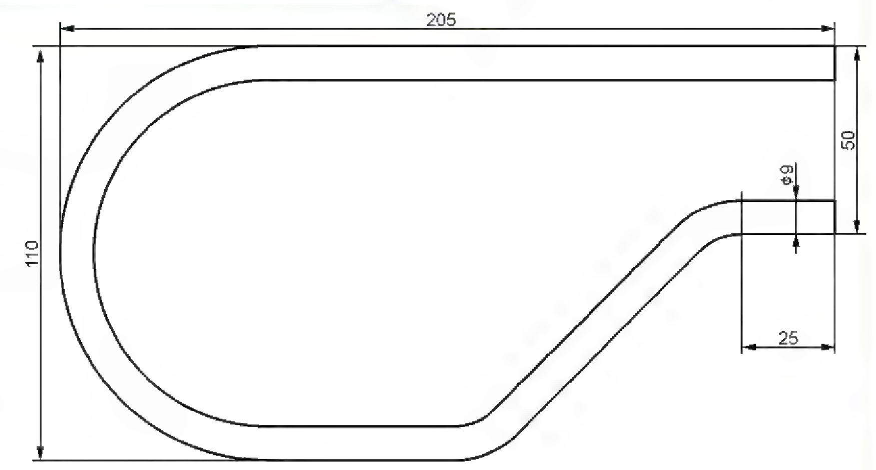


Рис. 5

7 6 5 4 3 BOOTSZ1 BOOTSZ0 BOOTRST

RSTDISBL DWEN ☑ SPIEN WDTON EESAVE BODLEVEL2 ☑ BODLEVEL1 BODLEVEL0

CKDIV8 ☑ CKOUT SUT1 ☑ SUT0 CKSEL3 CKSEL2 CKSEL1 ☑ CKSEL0

Рис. 6

Для индикации состояний терменнота в нём имеются пять светодиодов:

HL1 показывает, что установлена максимальная громкость;

HL2 включён, когда колебательный контур антенны WA2 правильно настроен, но рука исполнителя слишком далека от неё и терменнот не издаёт звука;

HL3 включён, когда терменнот генерирует звук;

HL4 сигнализирует, что достигнута самая высокая нота (си третьей октавы);

HL5 показывает, что питание инструмента включено.

Печатная плата для терменнота не разрабатывалась. Он собран на макетной плате, как показано на **рис. 3**. Оксидные конденсаторы C10—C12, C31, C39 — танталовые для поверхностного монтажа в корпусе типоразмера А. Остальные оксидные конденсаторы — алюминиевые для обычного монтажа. Все керамические конденсаторы и постоянные резисторы — типоразмера 0805 для поверхностного монтажа. Подстроечные резисторы R4 и R5 — импортные многооборотные.

Катушки L1 и L2 содержат по 8,5 витков провода диаметром 0,35 мм в эмалевой изоляции, намотанных виток к витку на каркасах с внешним диаметром 5 мм, имеющих внутреннюю резьбу для ферромагнитного подстроечника. После намотки витки катушки следует залить расплавленным парафином. В качестве L3—L6 применены стандартные дроссели.

Диоды с барьером Шотки 1N5711 можно попробовать заменить другими маломощными высокочастотными кремниевыми диодами, но автор этого не проверял.

Плата помещена в пластмассовый корпус BOX-22 размерами 250×190×79 мм. В нём же находятся динамическая головка BA1 и сетевой стабилизированный источник постоянного напряжения 12 В. Пригоден любой источник такого напряжения с допустимым током нагрузки не менее 1 А.

Налаживание терменнота выполняют после его полной сборки в корпусе, установки в панель на плате запрограммированного микроконтроллера и подключения обеих антенн. Инструмент должен быть установлен на штативе.

Приступая к налаживанию, ручку управления переменным резистором R1 необходимо установить в среднее положение, а движок подстроечного резистора R5 — в верхнее по схеме. Стараясь держать руки и измерительный прибор как можно дальше от антенны WA2, вращением подстроечника катушки L2 добиваются максимального постоянного напряжения на конденсаторе C9. У

тел. 607-89-00
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

автора оно оказалось около 3 В. Когда максимум напряжения найден, светодиод HL2 должен гореть. Теперь, вращая движок подстроечного резистора R5, находят границу, при пересечении которой светодиод HL2 гаснет, включается светодиод HL3, а динамическая головка BA1 начинает воспроизводить звук. Окончательно движок подстроечного резистора устанавливают на половину оборота выше этой границы.

Далее подстроечником катушки L1 настраивают контур регулировки громкости, предварительно установив движок подстроечного резистора R4 в верхнее по схеме положение. Вращая этот подстроечник, добиваются максимального напряжения на конденсаторе C8. У автора оно было около 2 В. Когда максимум найден, светодиод HL1 должен гореть. Находят положение движка подстроечного резистора R4, при котором этот светодиод гаснет. Затем перемещают движок на половину оборота в обратном направлении. Светодиод HL1 вновь должен включиться.

По завершении настройки подстроечники катушек фиксируют в найденных положениях каплями расплавленного парафина.

Перед началом игры на терменноте переменным резистором R1 точно настраивают контур выбора ноты, добиваясь, чтобы светодиод HL2 был включён, а звук отсутствовал, пока рука исполнителя не поднесена к антенне WA2.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Королёв Л.** Терменвокс. — Радио, 2005, № 8, с. 49—51; № 9, с. 48—51.

2. **Ридико Л.** Низкочастотный генератор синусоидального сигнала с шагом сетки 0,01 Гц. — Схемотехника, 2001, № 2, с. 10—13.

От редакции. *Программа микроконтроллера имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/12/termennot.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Преобразователь напряжения 5/9 В для питания радиоприёмников

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Отечественные транзисторные радиоприёмники выпуска второй половины прошлого века, как правило, были рассчитаны на питание напряжением 9 В от химических источников тока. Многие из них сохранили работоспособность до наших дней, однако питать их от гальванических батарей накладно... В то же время сегодня у многих дома есть персональный компьютер, ноутбук, DVD-плейер, современный телевизор или зарядное устройство с разъёмом USB, в котором есть напряжение 5 В постоянного тока. Проблему питания старых транзисторных приёмников в этом случае можно решить довольно просто — достаточно изготовить повышающий преобразователь напряжения.

Схема возможного варианта такого преобразователя показана на **рис. 1**. Он предназначен для подключения к разъёму USB названных выше устройств и обеспечивает на выходе стабилизированное напряжение 9 В при токе нагрузки до 500 мА. Малогабаритные транзисторные радиоприёмники на максимальной громкости обычно потребляют ток до 100...150 мА, относительно большие носимые радиоприёмники и магнитолы — до 300...500 мА.

Напряжение 5 В подаётся на вход преобразователя через LC-фильтры C1L1C2 и L2C3C4, которые подавляют помехи как поступающие в устройство от источника тока, так и в обратном направлении. Повышающий преобразователь напряжения собран на популярной микросхеме MC34063AP1 (DA1). Её выход умощнён биполярным транзистором VT1, что улучшает нагрузочные характеристики стабилизатора напряжения и значительно повышает надёжность устройства. Выходное напряжение зависит от отношения сопротивлений резисторов R5/R3. Дроссель L3 — накопительный. Резистор R1 задаёт ток срабатывания встроенной в микросхему защиты от перегрузки. При его сопротивлении, указанном на схеме, и входном напряжении 5 В она начинает действовать при токе нагрузки около 0,6...0,7 А. Выходное напряжение поступает на нагрузку через помехоподавляющие фильтры C7C8L4C9C10 и L5C11C12C13. Светодиод HL1 светится при наличии выходного напряжения.

При входном напряжении 5 В и токе нагрузки 500 мА устройство потребляет ток 1,4 А, рабочая частота преобразователя — около 43 кГц, амплитуда пульсаций на конденсаторах C7, C8 — 200 мВ, а на выходе стабилизатора — всего 6 мВ на частоте преобразования. С уменьшением тока нагрузки до 200 мА потребляемый устройством ток уменьшается до 0,44 А, а частота преобразования понижается до 34 кГц. В отсутствие нагрузки устройство потребляет ток 12 мА. При входном напряжении 3 В оно обеспечивает выходное напряжение 9 В при токе нагрузки до 20 мА.

Все детали, кроме светодиода, размещены на плате размерами 80×50 мм (**рис. 2**) от модуля УМ1-4 АПЧГ (применялся в отечественных телевизорах УПИМЦТ), с которой предварительно были удалены все детали и печатные проводники. Монтаж навесной. Смонтированная плата помещена в металлический экран размерами 85×54×30 мм, в качестве которого использован корпус названного модуля. Можно также применить металлические корпусы-экраны от телевизионного модуля УМ1-2 УПЧЗ, селекторов каналов СКД-24, СК-Д-30-3, СК-М-30-3, блока БРК-1С или спаять коробку таких же размеров из жести, например, от банки из-под растворимого кофе. Экран соединён с платой только в одной точке — с минусовым выводом конденсатора C12. Это обязательное условие, иначе экран будет не подавлять помехи, а излучать их.

В устройстве можно применить любые малогабаритные резисторы (С1-4, С1-14, МЛТ и им подобные). Резистор R4 припаян непосредственно к выводам транзистора VT1. Конденсатор C6 — малогабаритный плёночный, C4, C7, C10, C12 — оксидные алюминиевые или танталовые, например, К50-68, К53-19 или аналоги. Остальные конденсаторы — многослойные керамические для поверхностного монтажа (SMD): C5 припаян непосредственно к выводам микросхемы DA1, C3, C8, C9, C11 — к выводам соответствующих оксидных конденсаторов, C13 установлен в вилке питания XP2. Вывод 4 микросхемы DA1, выводы дросселя L1, эмиттера VT1, конденсатора C7 и точка соединения выводов конденсатора C6 с резистором R3 подключены к минусовому выводу конденсатора C4 отдельными проводами — это тоже обязательное условие, от выполнения которого зависят качество работы и надёжность конструкции. Предохранитель FU1 — полимерный самовосстанавливающийся.

Возможная замена микросхемы MC34063AP1 — MC34063AP, MC33063AP1, MC33063AVP (термостойкая), KA34063A, IP33063N, IP34063N. Диод Шотки 1N5822 заменим на SR306, SR360, MBRS340T3, MBR340, 30BQ040, 30BQ060, 31DQ06. Вместо светодиода RL513-SR113 красного цвета свечения можно применить любой другой непрерывного свечения, например, серий КИПД21, КИПД40, КИПД66.

Из испытанных в устройстве подходящих по параметрам транзисторов разных типов лучшие результаты показал 2SC3747 (возможная замена — 2SC3748, 2SC3746). Выпускается он в

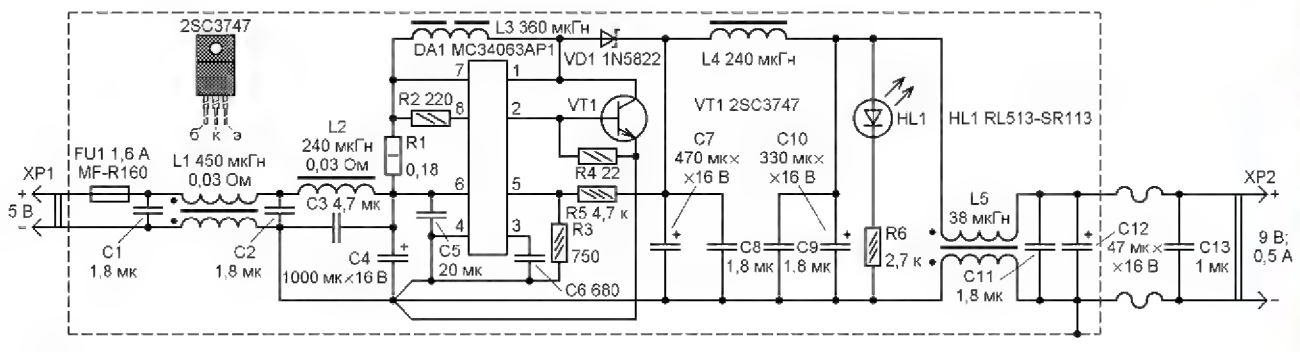


Рис. 1

изолированном корпусе TO-220ML. Транзистор установлен на дюралюминиевом теплоотводе с охлаждающей поверхностью площадью около 4 см^2. Если будет применён транзистор с неизолированным теплоотводящим фланцем, то его необходимо изолировать от теплоотвода. Длина соединительных проводов, идущих к выводам транзистора, должна быть как можно короче. Это же требование относится и к резистору R1.



Рис. 2

Двухобмоточный дроссель L1 применён готовый, от компьютерного блока питания. При самостоятельном изготовлении его можно намотать проводом ПЭВ-2 диаметром не менее 0,65 мм (до заполнения) на ферритовом (М2000НМ) кольце типоразмера К16×10×5. Такой же магнитопровод и у дросселей L2, L4, содержащих по 15 витков многожильного монтажного провода диаметром по меди 0,65 мм. Обмотка дросселя L3 состоит из 30 витков жгута из четырёх сложенных вместе и скрученных отрезков провода ПЭВ-2 0,23, намотанного в один слой на кольце типоразмера К20×12×6 из феррита М2000НМ с немагнитным зазором (для этого его надпиливают, разламывают на две примерно равные части, затем склеивают клеем БФ или "Квинтол" и сушат двое суток при комнатной температуре). Дроссель L5 намотан на ферритовом (2000НМ) кольце типоразмера К10×6×4,5 и содержит восемь витков сложенного вдвое монтажного провода диаметром (по меди) 0,5 мм. Перед намоткой кольца обматывают полоской лакоткани или изолентой ПВХ, обмотку готового дросселя пропитывают цапонлаком.

Для подключения устройства к разъёму USB изготавливают самодельный двухпроводный кабель с вилкой USB (имеющиеся в продаже готовые USB-кабели для работы с описываемым устройством не подходят из-за довольно большого сопротивления проводов питания). Сечение его жил должно быть не менее 0,75 мм^2, длина — не более 1 м. Нагрузку подключают к преобразователю двухпроводным кабелем сечением 0,5 мм^2 и длиной 1,5...2,5 м.

Если устройство предполагается подключать к настольному компьютеру, то при наличии на его системной плате перемычки "+5V/+5VSB" последнюю желательно поставить в положение "+5V". Аналогичная по назначению опция (вместо перемычки) может находиться в настройках BIOS компьютера. В современных системных платах переключение внешних портов с питания от +5VSB на +5V может происходить автоматически при переводе компьютера из дежурного режима в рабочий.

После проверки работоспособности и испытаний преобразователя напряжения устанавливают на место верхнюю и нижнюю металлические крышки корпуса, обматывают его в четыре слоя липкой алюминиевой фольгой, затем столькими же слоями скотча и, наконец, обклеивают самоклеющейся декоративной плёнкой ПВХ.

Изготовленное автором устройство не создаёт помех радиоприёму ни в одном радиовещательном диапазоне, даже если приёмник установлен непосредственно на его корпусе. Если преобразователь напряжения подключён к USB-порту компьютера, а питаемый от него радиоприёмник необходимо соединить с входом звуковой карты (например, для записи радиопередач), то сигнал с выхода приёмника следует подавать через разделительный трансформатор или оптоэлектронный развязывающий узел.

Кроме радиоприёмников от преобразователя можно питать любые другие устройства с номинальным напряжением питания 9 В при токе нагрузки до 0,5 А, например, детские игрушки, измерительные приборы и т. д.

Поскольку потребляемый преобразователем ток превышает ток нагрузки в 2,5...2,8 раза, при подключении нагрузки с потребляемым током более 200 мА линия питания USB-порта может быть перегружена. Поэтому прежде чем подключать преобразователь, следует убедиться, что потребляемый им ток для линии питания USB-порта будет допустимым.

тел. 607-88-18

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО® РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 12, 2013

Разработки радиолюбителей разных стран мира

CW передатчик диапазона 80 метров "на цинке" (Бразилия). Схема этого передатчика изображена на **рис. 1 <http://sparkbangbuzz.com/zinc-osc-2/zinc-xmtr-30.gif>**. Его особенность состоит в том, что активным элементом (на схеме он обозначен V1) служит полоска оцинкованного железа. Она была предварительно нагрета до красного каления в пламени газовой горелки. После охлаждения на её поверхности стали видны тёмные пятна феррита цинка ($ZnFe_2O_4$), окружённые белым налётом оксида цинка. Именно при касании пятна феррита вторым электро-

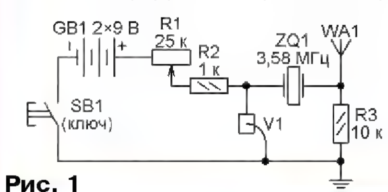
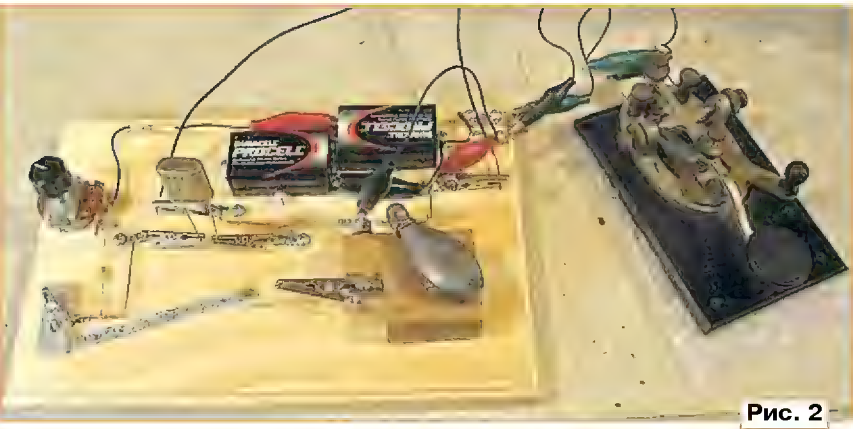


Рис. 1


Рис. 2

дом — ровно обрезанным концом многожильного провода — образуется самодельный полупроводниковый прибор с участком отрицательного дифференциального сопротивления на вольт-амперной характеристике. Остаётся только с помощью переменного резистора R1 подобрать оптимальное значение текущего через него тока.

На фотоснимке **рис. 2 <http://sparkbangbuzz.com/zinc-osc-2/zo8273-50.jpg>** полоска оцинкованного железа видна на переднем плане. Металлический предмет, лежащий на деревянном бруске, — просто груз. С помощью приёмника DE1103 автору удавалось принимать сигналы этого передатчика на расстоянии до 5 миль.

Остановка генератора (Испания). Работа собранного по схеме, показанной на **рис. 3 <http://www.soloelectronica.net/dimmer%20led.png>**, генератора на триггере Шмитта DD1.1 останавливается, когда полевой транзистор VT1 открыт. В этом состоянии параллельно выходу триггера подключён резистор небольшого сопротивления R2. В результате перегрузки выходное напряжение триггера становится недостаточным для поддержания колебаний. На выходе триггера DD1.2 при этом устанавливается высокий

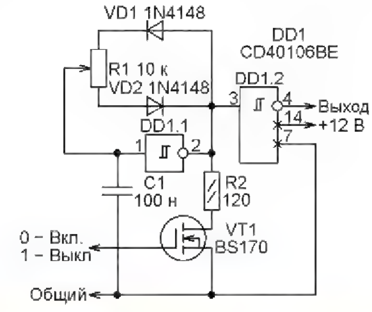


Рис. 3

логический уровень. Конечно, такой способ остановки целесообразно применять только в аварийных ситуациях, поскольку при его использовании не только снижается надёжность микросхемы DD1, но и резко растёт ток, потребляемый ею от источника питания.

Регулируемый стабилизатор напряжения 0...20 В (Испания). Согласно паспортным данным, микросхема LM338 имеет минимальное напряжение стабилизации 1,2 В. Но его можно понизить до нуля, подключив "нижний" резистор делителя, задающего напряжение стабилизации, не к общему проводу, а к вспомогательному источнику напряжения −1,2 В. В рассматриваемой схеме **(рис. 4, http://www.soloelectronica.net/adaptador%20atx.png)** им служит микросхема-источник образцового напряжения LM385Z-1.2. Выходное напряжение в интервале от 0 до 20 В регулируют резисторами R3 (грубо) и R1 (точно).

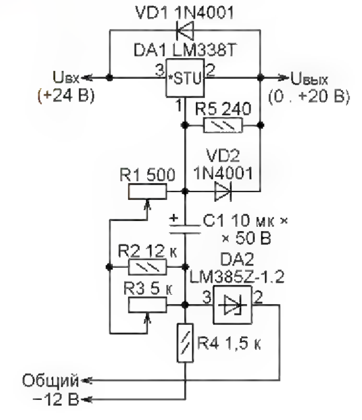


Рис. 4

Стабилизация тока излучающего диода оптрона (Испания). Чтобы ток, текущий через излучающий диод оптрона, оставался неизменным в широком интервале управляющего напряжения, в рассматриваемой схеме **(рис. 5, http://www.soloelectronica.net/rele%20solido.png)** предусмотрен стабилизатор этого

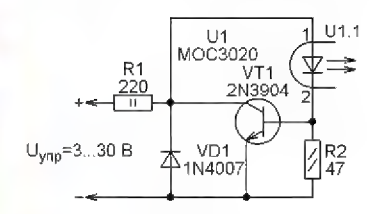


Рис. 5

тока на транзисторе VT1. Его значение (около 15 мА) устанавливают подборкой резистора R2. Диод VD1 защищает транзистор и излучающий диод от обратного напряжения.

Перестраиваемый высокочастотный генератор (Канада) построен на специализированной микросхеме

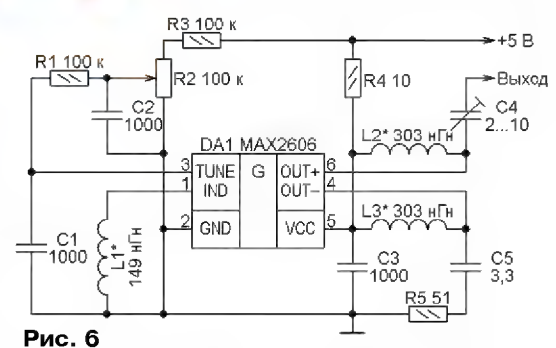


Рис. 6

MAX2606 — одной из семейства микросхем MAX2605—MAX2609, совместно перекрывающих диапазон от 45 до 650 МГц.

Микросхема представляет собой генератор, перестраиваемый по частоте напряжением. Она работает при напряжении питания 2,7...5,5 В, потребляя

ток 2 мА, выпускается в малогабаритном корпусе SOT23/6, имеет низкий уровень фазовых шумов и высокую температурную стабильность. Уровень выходной мощности на нагрузке 50 Ом — минус 10 дБм. Микросхема имеет два равноценных противофазных выхода, один из которых может быть использован, например, в петле ФАПЧ синтезатора частоты. В рассматриваемом устройстве, схема которого изображена на **рис. 6 <http://www.qrp.pops.net/images/2012/max2606/max-144-50 ohmcvo.png>**, неиспользуемый выход нагружен резистором R5.

Генерируемая частота определяется индуктивностью катушки L1 и ёмкостью внутреннего варикапа, зависящей от напряжения, поступающего на вывод 3 микросхемы. В изготовленном макете генератора **(рис. 7, http://www.qrp.pops.net/images/2012/max2606/p1-January%2007,%202012%20.jpg)** была получена перестройка от 138,5 до 172,5 МГц, что несколько выше максимальной частоты 150 МГц микросхемы согласно её паспортным данным.



Рис. 7

Одновременное регулирование тока в нескольких цепях. На **рис. 8 <http://www.edw.com.pl/n0012/digiramka/sch1.png>** показана разработанная в Польше схема одновременного регулирования тока в четырёх цепочках из пяти последовательно соединённых светодиодов в каждой. Регуляторами тока служат транзисторы VT1—VT4, но только один из них (VT1) входит в петлю обратной связи ОУ DA1.1, поддерживающей заданное переменным резистором R2 падение напряжения на резисторе R3, а значит, заданный ток включённых в коллекторную цепь этого транзистора светодиодов HL1—HL5. С выходом ОУ DA1.1 соединена и база транзистора VT2, и поскольку транзисторы VT1 и VT2 включённые в их эмиттерные цепи резисторы одинаковы, равны и их коллекторные токи. Но нагрузочная способность ОУ DA1.1 недостаточна для одновременного управления более чем двумя сравнительно мощными транзисторами. Поэтому то же самое напряжение подаётся на базы транзисторов VT3 и VT4 через повторитель на ОУ DA1.2. Таким образом, стабилизируется и регулируется ток одновременно через четыре группы светодиодов.

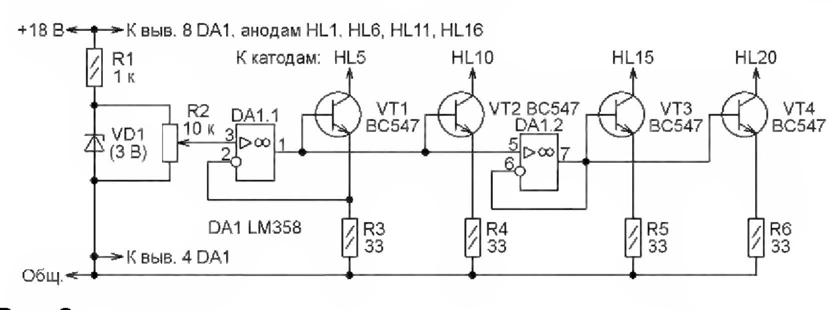


Рис. 8

Преобразователь тока в напряжение на полевых транзисторах (США). Классические преобразователи тока в напряжение обычно строят на ОУ в инвертирующем включении, охваченных обратной связью. Но для работы с быстродействующими ЦАП (источниками тока) такие преобразователи зачастую малопригодны из-за ограниченной полосы пропускания стандартных ОУ. Автор рассматриваемого преобразователя **(рис. 9, https://www.passdiy.com/projects/images/content/z_IV_3.png)** вышел из положения, применив в нём усилители на полевых транзисторах, включённых по схеме с общим затвором. Входное сопротивление такого

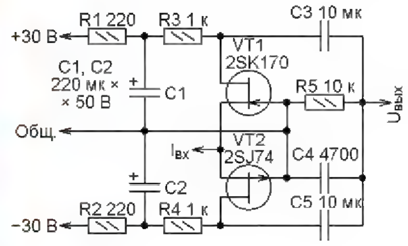


Рис. 9

усилителя обратно пропорционально крутизне характеристики транзистора и достаточно мало для его применения в качестве преобразователя ток—напряжение. За счёт использования двух комплементарных полевых транзисторов характеристика преобразования получилась симметричной для тока любого направления, а входное сопротивление уменьшилось вдвое и получилось равным 15 Ом. Полоса пропускания преобразователя ограничена сверху ёмкостью конденсатора C4. При её значении, указанном на схеме, спад АЧХ на 3 дБ наблюдается на частоте 50 кГц. Эффективное значение широкополосного шума по оценке автора не превышает 10 мкВ. На его фоне нелинейные искажения полезного сигнала амплитудой менее 0,4 В остаются незаметными.

Ужасно древний аудиоусилитель (Чили). Именно так переводится авторское название этого усилителя AAAA — Awfully Ancient Audio Amplifier. Однако автор собирается переименовать его в AAAAAA (Absolutely Awful Audiophile April Audio Amplifier — абсолютно ужасный аудиофильский апрельский аудиоусилитель).

Схема входной ступени этого усилителя на "древнем" германиевом транзисторе OC71 показана на **рис. 10 <http://ludens.cl/Electron/audioamps/AAAA.png>**. В оригинале после неё следует двухтактный трансформаторный усилитель мощности на двух транзисторах OC72, нагрузка которого — динамическая головка мощностью 0,5 Вт с сопротивлением звуковой катушки 3 Ом.

Но изюминка усилителя — лампа-триод O1A, разработанная ещё в 20-х годах прошлого века. Она установлена на видном месте на верхней крышке корпуса усилителя и подсвечена синим или оранжевым светодиодом (не вся современная публика знает, как в действительности выглядит лампа с нагретым катодом). Сомневающиеся могут вынуть лампу из панели и убедиться, что без неё усилитель не работает. И не удивительно, ведь именно через её нить накала на базу транзистора VT1 поступает смещение. Автор предупреждает, что транзисторы OC71 выпускались в стеклянном корпусе, окрашенном чёрной краской. Если краска облетела, то при ярком освещении такой транзистор сможет работать и без

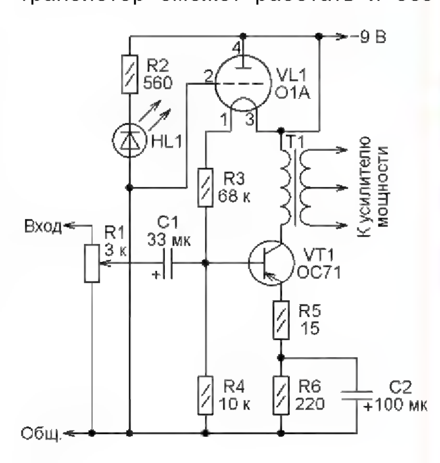


Рис. 10

смещения, в результате чего фокус с вытаскиванием лампы провалится. Во избежание этого транзистор рекомендуется укрыть глубоко внутри непрозрачного корпуса усилителя.

Усилитель имеет и другие особенности. Например, выключатель питания не предусмотрен, потому что "звук настолько хорош, что никто не захочет им пользоваться". А входной разъём должен быть обязательно с золочёными контактами.

Подготовил С. РЮМИК,
г. Чернигов, Украина

Формирователь цифрового кода с памятью

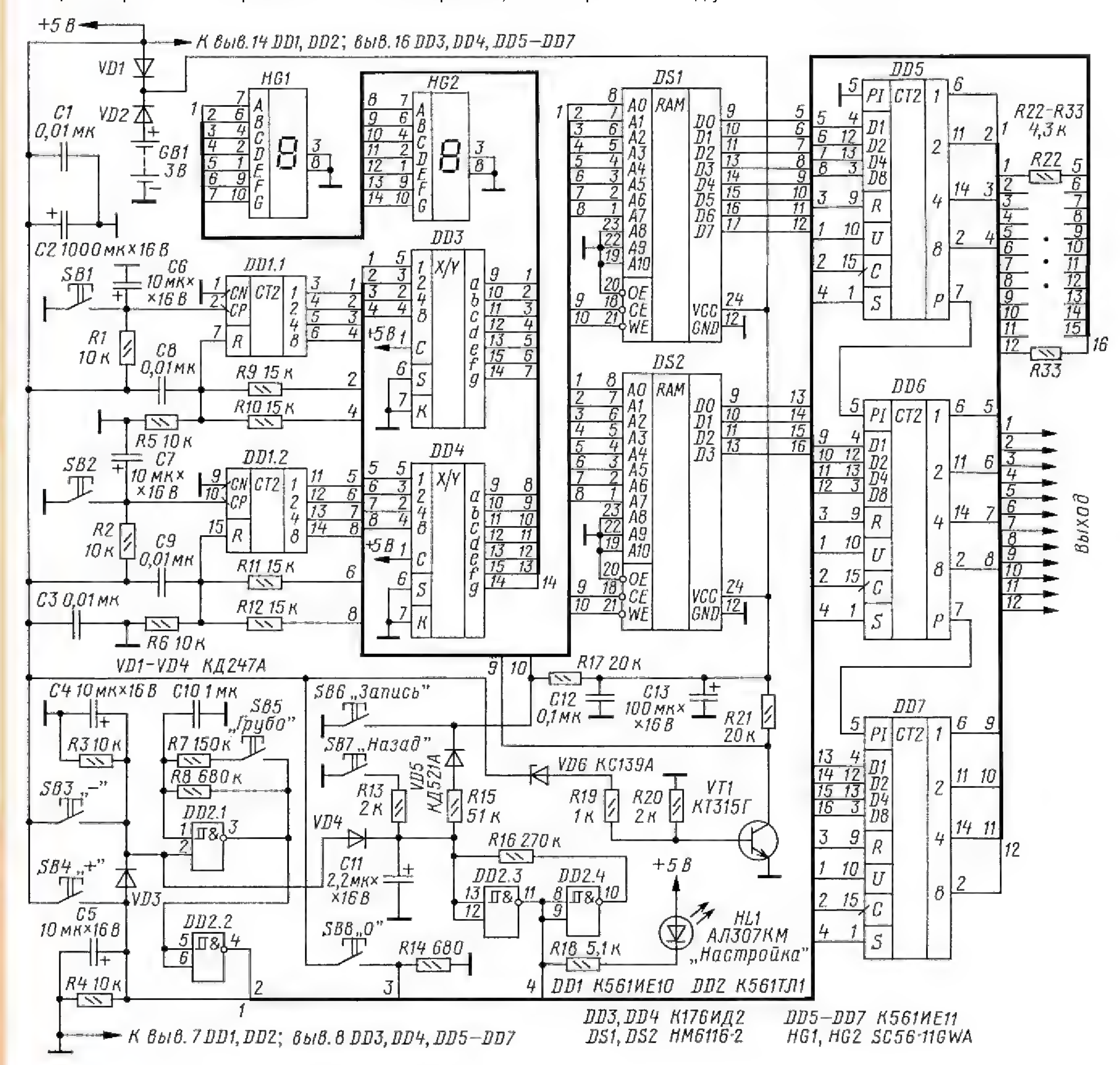
Е. ГЕРАСИМОВ, станица Выселки Краснодарского края

Предлагаемое устройство предназначено для использования в синтезаторах частоты радиоприёмников и других устройствах с электронной настройкой. Устройство имеет память, позволяющую запомнить сто значений цифрового кода и сохранить информацию при отключении питания.

Для улучшения сервисных возможностей радиолюбители снабжают свои радиоприёмники синтезаторами частоты. Анализ схем, опубликованных в различных изданиях, показывает, что наилучшим сервисом при минимальном числе микросхем обладают устройства, построенные на микроконтроллерах и специализированных микросхемах.

Однако программирование микроконтроллеров — непростое дело. Не многие радиолюбители могут правильно составить алгоритм и написать программу. Поэтому представляют интерес попытки построить синтезаторы частоты на логических микросхемах без использования микроконтроллеров. Как правило, все они работают под управлением цифрового формирователя кода, например, с кнопочным управлением, описанного в статье [1]. К сожалению, подобное устройство, несмотря на сложность, приходится настраивать при каждом включении питания приёмника, так как оно не запоминает ни одной настройки на радиостанцию, в отличие от конденсатора переменной ёмкости (КПЕ) или блока переменных резисторов.

Совершенно другая ситуация получается, если "научить" формирователь запоминать сделанные настройки. Для этого надо дополнить его блоком памяти. Описание именно такого устройства представлено в статье. Формирователь может запоминать до ста цифровых кодов частоты, имеет кнопочную настройку. Записанные коды можно переписывать из одной ячейки памяти в другую. При наличии хотя бы одной свободной ячейки можно поменять местами



Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

содержимое любых ячеек. Формирователь собран на широко распространённых и недорогих микросхемах и почти не требует налаживания.

Схема предлагаемого устройства показана на **рисунке**. Оно состоит из нескольких функциональных блоков, построенных по типовым схемам: блок выбора номера канала настройки, блок памяти, блок управления и собственно формирователь двоичного кода.

Блок выбора номера канала настройки собран на микросхеме DD1, содержащей два двоичных четырёхразрядных счётчика. Один из них (DD1.1) служит для выбора единиц, а второй (DD1.2) — десятков номера канала настройки. Рассмотрим работу счётчика DD1.1. При включении питания импульс зарядного тока конденсатора C8 создаёт на резисторе R5 импульс напряжения, обнуляющий счётчик. Нажатие на кнопку SB1 увеличивает состояние счётчика на единицу. Конденсатор C6 подавляет импульсы дребезга контактов этой кнопки. При достижении состояния "10" через резисторы R9 и R10 течёт ток, который создаёт на R5 напряжение, обнуляющее счётчик. Счётчик DD1.2 работает аналогично. Нажатие на кнопку SB2 увеличивает его состояние на единицу. Элементы C7, C9, R6, R11, R12 выполняют те же функции, что и C6, C8, R5, R9, R10.

Выбор осуществляется раздельно для десятков (кнопкой SB2) и единиц (кнопкой SB1) номера канала. При большом числе каналов такой вариант более предпочтителен, чем последовательный перебор от 00 до 99. Номер канала настройки показывает блок индикации на микросхемах DD3 и DD4 и индикаторах HG1 и HG2, включённых по типовой схеме.

С выходов счётчиков DD1.1 и DD1.2 сигналы подаются на адресные входы микросхем памяти DS1 и DS2 блока ОЗУ. В режиме чтения информации 12-разрядный двоичный сигнал с шины данных ОЗУ (D0—D7 DS1 и D0—D3 DS2) подаётся на входы формирователя кода. В режиме записи на эту же шину подаются сигналы с выходов формирователя через резисторы R22—R33, предотвращающие конфликт. Сопротивление этих резисторов выбрано достаточно большим, чтобы не перегружать счётчики в режиме счёта, и в то же время достаточно малым, чтобы осуществить запись в ячейки ОЗУ.

Формирователь кода — 12-разрядный двоичный реверсивный счётчик, собран на трёх микросхемах четырёхразрядных счётчиков DD5—DD7 К561ИЕ11, описанных в статье [2]. Входы R (установки нуля) этих микросхем соединены, в результате чего образован вход R 12-разрядного счётчика. Аналогично соединены входы U, C и S. При работе формирователя в режиме приёма данных счётчик работает в режиме предварительной установки. На его установочные входы (D1, D2, D4, D8 микросхем DD5—DD7) подаётся код одной из ячеек ОЗУ, работающего в режиме чтения информации, при этом сигнал на выходе счётчика устанавливается равным сигналу на его входе. В этом случае сигналы других входов (кроме входа R) на его состояние не влияют. Вход R используется для принудительного обнуления счётчика в режиме настройки с помощью кнопки SB8.

При переходе формирователя в режим настройки счётчик переключается в режим счёта импульсов подачей низкого уровня на его вход S. В этом случае на выходе остаётся код того числа, которое было до переключения, и если он не был обнулён кнопкой SB8, отсчёт импульсов начнётся именно с этого числа. Состояние выходов ОЗУ при этом на его работу не влияет. Уровень сигнала на входе U определяет режим счёта: высокий — сложение (последовательное увеличение кода на единицу с каждым импульсом на счётном входе C), низкий — вычитание (последовательное уменьшение кода). Двенадцать двоичных разрядов обеспечивают шаг настройки 1/4096 ширины диапазона, что вполне достаточно для точной настройки приёмника.

Требуемые режимы работы формирователя и ОЗУ обеспечивает блок управления, собранный на микросхеме DD2. На элементе DD2.1 выполнен генератор импульсов для счётчиков. Управляют им с помощью кнопок SB3 "−" и SB4 "+". Цепи R3C4 и R4C5 подавляют импульсы дребезга контактов кнопок. Работа кнопок одинакова, но при нажатии на SB4 дополнительно подаётся высокий уровень на входы U счётчиков DD5—DD7. При кратковременных (не более 0,3 с) нажатиях на эти кнопки генератор не работает, но на его выходе всё же появляются импульсы с частотой нажатий. При удержании кнопок нажатыми генератор работает с частотой около 1 Гц, которую устанавливают подбором резистора R8. Разумеется, такая частота слишком мала для сканирования диапазона, поэтому введена кнопка SB5, подключающая параллельно резистору R8 резистор R7, в результате чего частота генерации увеличивается в несколько раз.

На элементах DD2.3 и DD2.4 собран триггер управления формирователем. Работает он так: пока формирователь находится в режиме приёма данных и не была нажата кнопка SB3 или SB4, конденсатор C11 разряжен, на выходе DD2.3 — высокий уровень, счётчики DD5—DD7 работают в режиме предварительной установки. При нажатии на кнопку SB3 конденсатор C11 заряжается через диод VD4, а при нажатии на SB4 — ещё через диод VD3, триггер переключается и переводит эти счётчики в режим счёта импульсов, что индицирует светодиод HL1.

Первое кратковременное нажатие на кнопку SB3 или SB4 приводит только к переключению триггера, а код на выходе счётчика не изменяется, пока на вход C не придёт нарастающий перепад напряжения. Каждое следующее нажатие на кнопоки SB3 и SB4, а также их удержание, приводит к изменению кода. В таком режиме триггер находится до тех пор, пока не будет нажата SB7 "Назад" или длительно кнопка SB6 "Запись". При кратковременном нажатии на кнопку SB6 код с выходов счётчика будет записан в ячейку памяти, но триггер останется в режиме настройки.

Для хранения информации применено энергозависимое ОЗУ, поэтому необходим внутренний источник питания, в качестве которого используется батарея GB1. Поскольку этот источник маломощный, а микросхемы памяти в активном режиме потребляют довольно большой ток, необходимо при выключении питания как можно быстрее перевести ОЗУ в режим хранения информации. Эту функцию выполняют транзистор VT1 и стабилитрон VD6. Как только напряжение питания снижается до 4,5 В, транзистор закрывается, на входе CE ОЗУ (выводы 18 микросхем DS1 и DS2) появляется высокий уровень и оно переходит в режим хранения информации. Развязку внутреннего и внешнего источников питания осуществляют диоды VD1 и VD2.

В формирователе использованы резисторы МЛТ, оксидные конденсаторы импортные фирмы NOVA. Конденсатор C13 должен быть с возможно меньшим током утечки. Серьёзное внимание следует уделить выбору микросхем памяти: по потребляемому току в режиме хранения информации и минимальному напряжению, при котором обеспечивается её сохранность. Чем меньше значения этих параметров, тем лучше. Неплохие результаты были получены с микросхемами, выпаянными из печатных плат устаревших ПК (Em51M256A-15P фирмы EtronTech) и отслуживших свой срок накопителей на жёстких магнитных дисках (W24257-A16 фирмы Winbond). Разумеется, можно применить и EEPROM, также устанавливаемые во многих моделях ПК. Главное требование к светодиоду HL1 — достаточная яркость при токе около 0,6 мА.

Налаживание формирователя заключается в подборе резисторов R7, R8 генератора и резистора R15, определяющего время перехода триггера в режим приёма данных при нажатии на кнопку SB6. Если счётчик DD1.1 не переходит автоматически в состояние "0" из состояния "10", подбирают резистор R5. В аналогичном случае для счётчика DD1.2 подбирают резистор R6.

Рассмотрим процесс настройки формирователя и записи кода в память, например, в ячейку с адресом 00. Сначала следует кратковременно нажать на кнопку SB3 или SB4. При этом формирователь автоматически перейдёт в режим настройки, о чём свидетельствует свечение светодиода HL1. Затем надо обнулить счётчик DD5—DD7 нажатием на SB8. Далее кнопками SB3—SB5 настраивают приёмник на первую станцию диапазона. Если нужно настроить и остальные каналы, следует, кратковременно нажав на кнопку SB6, записать полученный код в ячейку. Затем выбрать следующую ячейку (01) и записать в неё код следующей станции. Если запись следующей ячейки не требуется, кнопку SB6 нужно удерживать до гашения светодиода HL1.

Настройку на другие станции необязательно начинать с обнуления счётчиков: если уже есть записанный код, дальнейшую настройку продолжают с него. Аналогично можно оперативно изменять уже имеющиеся

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

настройки. Если нужно вернуться в режим приёма, не записывая новое значение кода, следует нажать на кнопку SB7 "Назад".

Переписать значение кода из одной ячейки в другую (например, из ячейки 22 в 88) можно следующим образом: сначала в режиме приёма кнопками SB1 и SB2 набрать номер 22. Затем кратковременно нажать на SB3 или SB4. Далее набрать число 88 и удерживать кнопку SB6 до гашения светодиода HL1. Таким же способом можно поменять местами данные любых двух ячеек (например, 33 и 55), используя любую свободную ячейку (например, 99) в качестве буфера обмена. Сначала нужно из ячейки 33 записать данные в 99, затем из ячейки 55 записать данные в 33, а данные из ячейки 99 записать в 55.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Озолин М.** Формирователь цифрового кода с кнопочным управлением. — Радио, 2006, № 11, с. 39.

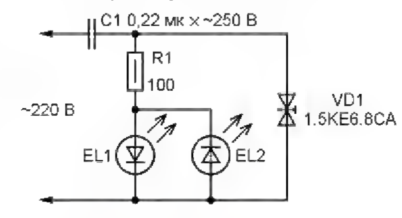
2. **Алексеев С.** Применение микросхем серии К561. — Радио, 1986, № 12, с. 42—46.

ОБМЕН ОПЫТОМ

Экономичная светодиодная лампа для лестничной площадки

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Схема предлагаемой светодиодной лампы изображена на **рисунке**. Ограничение тока происходит за счёт реактивного сопротивления X_{C1} конденсатора C1, которое на частоте 50 Гц равно примерно 14,5 кОм. Резистор R1 и защитный диод (сапрессор) VD1 повышают надёжность устройства при включении, так как возможна такая ситуация, когда напряжение сети подаётся на устройство в момент достижения максимальной амплитуды. Поскольку в начальный момент сопротивление конденсатора равно нулю, всё напряжение было бы приложено к светодиодам, выводя их из строя. Падением напряжения на резисторе R1 и светодиодах открывается сапрессор — специальный стабилитрон, выдерживающий значительные импульсные токи. В установившемся режиме он закрыт и влияния на работу лампы не оказывает.



Предлагаемая лампа потребляет от сети напряжением U_C ток $I = U_C/X_{C1} = 220/14{,}5 \cdot 10^3 = 0{,}015$ А = 15 мА. На резисторе R1 рассеивается мощность $P_{R1} = I^2R1 = 0{,}015^2 \cdot 100 = 22{,}5$ мВт, светодиоды при прямом падении напряжения $U_{EL} = 3$ В потребляют мощность $P_{EL} = U_{EL}I = 3 \cdot 0{,}015 = 0{,}045$ Вт = 45 мВт. Через каждый светодиод протекает ток 7,5 мА. Таким образом, потребляемая лампой активная мощность, т. е. учитываемая счётчиком электроэнергии, равна 22,5 мВт + 45 мВт = 67,5 мВт.

Конструктивно устройство собрано в пластмассовом корпусе с цоколем от неисправной КЛЛ (компактной люминисцентной лампы). С расположенной там платы ЭПРА (электронного пускорегулирующего аппарата) выпаивают все детали и сверлят два отверстия под светодиоды. Детали устройства устанавливают на стороне печатных проводников и припаивают к имеющимся контактным площадкам. Собранное устройство подключают короткими проводами к центральному выводу и цоколю. Плату устанавливают в корпус деталями внутрь и фиксируют несколькими каплями термоклея.

Учитывая незначительную потребляемую мощность, лампу можно эксплуатировать без выключателя, т. е. постоянно включённой в сеть.

РАДИО®
РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Микроконтроллерный терморегулятор с дистанционным управлением

Д. КОНОВАЛОВ, г. Казань

В предлагаемой конструкции применён один из младших микроконтроллеров семейства AVR — ATtiny13A-SU. При относительно небольшом объёме его программной памяти (всего 512 слов) автор смог реализовать удобное управление терморегулятором с помощью любого из широко распространённых ПДУ, работающих по протоколу NEC. Хотя микроконтроллер имеет всего восемь выводов, используя принцип разделения по времени, удалось использовать одни и те же выводы для приёма сигналов управления и для обмена информацией с датчиком температуры и индикатором.

В устройстве может быть установлен как цифровой датчик температуры DS18B20, так и близкий к нему по параметрам, но отличающийся типом корпуса и интерфейсом датчик LM75A.

При изучении многочисленных описанных в журнале конструкций терморегуляторов на микроконтроллерах автора не покидало ощущение, что в большинстве случаев для реализации несложных функций, присущих этим устройствам, можно было бы применить микроконтроллер с меньшим объёмом программной памяти и меньшим числом выводов. Разработка устройств на базе таких сравнительно дешёвых микроконтроллеров — очень увлекательное занятие. В процессе работы приходится в буквальном смысле бороться и за каждую строку программы, и за каждый вывод микроконтроллера. Когда возникла потребность в терморегуляторе, было решено не отказывать себе в удовольствии и разработать собственную конструкцию на маловыводном микроконтроллере с небольшой памятью.

Самые простые и распространённые терморегуляторы имеют выход с двумя состояниями, управляя исполнительным устройством (нагревателем или охладителем) по принципу "включено—выключено". Алгоритм работы их несложен, а программа, реализующая его, не занимает много места в памяти микроконтроллера. Основной объём программной памяти занимают сервисные и вспомогательные функции. В данном случае это организация взаимодействия с датчиком температуры и работа с энергонезависимой памятью, преобразование измеренного датчиком значения температуры в формат, пригодный для вывода на индикатор, ввод и редактирование значений температуры включения и выключения исполнительного устройства. Для реализации этих функций ресурсов микроконтроллера ATtiny13A вполне достаточно. Схема терморегулятора на нём представлена на **рис. 1**.

В качестве цифрового индикатора HG1 выбран ЖКИ семейства TIC, имеющий простой последовательный интерфейс и позволяющий полноценно отображать семиэлементные изображения цифр в пяти десятичных разрядах, а также изображения единицы и знака минус в старшем шестом разряде. Для управления им достаточно трёх выводов микроконтроллера.

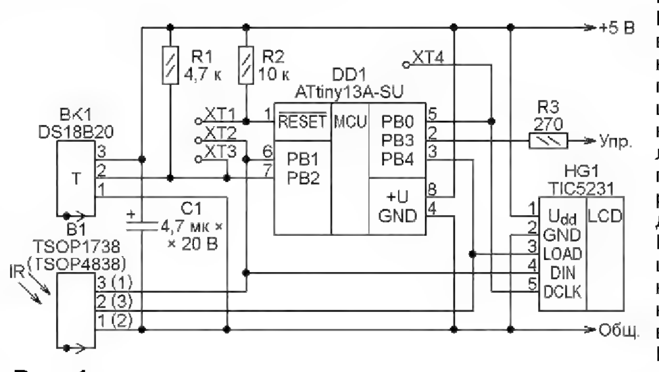


Рис. 1

Традиционно в подобных конструкциях применяют кнопочное управление с числом кнопок от одной до 16. Чем меньше кнопок, тем более изощрённые и хитроумные алгоритмы взаимодействия оператора с терморегулятором используют разработчики. Зачастую ни о какой интуитивной понятности пользовательского интерфейса говорить не приходится. Кроме того, каждая кнопка — это отверстие в передней панели и путь проникновения пыли и влаги внутрь устройства.

Однако в быту все мы привыкли пользоваться для управления различными приборами устройствами ввода, лишёнными этих недостатков — инфракрасными (ИК) ПДУ. В распоряжении пользователя такой пульт представляет достаточное для подачи любых команд число кнопок, а для связи с ИК-приёмником нужен всего один вывод микроконтроллера. Стоимость модуля ИК-приёмника серии TSOP сравнима со стоимостью пары обычных кнопок, а самих ПДУ в каждом доме накопилось немало. Именно готовый ПДУ применён для управления описываемым терморегулятором.

Самый распространённый на сегодняшний день протокол дистанционного управления бытовыми приборами — NEC. По нему работают 10 из 15 ПДУ, проверенных автором. Это пульты от автомобильных магнитол, проигрывателя DVD, музыкального центра, спутниковых ресиверов, медиаплеера и ЖК телевизора. Многие аппараты уже морально устарели и не используются, но ПДУ от них исправны и вполне пригодны для применения в собственной разработке.

Согласно протоколу NEC кодовая посылка имеет байтовую организацию и позволяет подавать по 256 разных команд каждому из 255 (65535 в расширенной версии) различных устройств. Двоичные значения информационных разрядов кодируются относительной длительностью импульсов и пауз между ними. Более подробно этот протокол описан на сайте [1], а его программная реализация — на страницах форума [2].

В качестве ИК-приёмника B1 в рассматриваемый терморегулятор можно установить модуль TSOP1738 или TSOP4838. Номера выводов первого даны на схеме без скобок, а второго — в скобках. Выход модуля ИК-приёмника B1 и вход DIN индикатора HG1 соединены с одним и тем же выводом PB1 микроконтроллера DD1. Бо́льшую часть времени этот вывод работает как дискретный вход. При изменении логического уровня поступающего на него от ИК-приёмника сигнала в микроконтроллере генерируется запрос прерывания, в ответ на который вызывается процедура декодирования команды. Вход DIN имеет очень большое входное сопротивление, которое не оказывает заметного влияния на уровень выходного сигнала модуля B1. Информацию, поступающую на вход DIN, ЖКИ не принимает в отсутствие на других его входах соответствующих управляющих сигналов.

"Защёлкивание" информации во внутренних регистрах встроенного в ЖКИ TIC5231 контроллера ML1001 происходит в момент нарастающего перепада уровня на входе LOAD. Любой постоянный уровень на этом входе на состояние ЖКИ не оказывает никакого влияния. Такая логика позволила использовать выход PB4 микроконтроллера как для формирования сигнала LOAD, так и для подачи питания на модуль B1. Большую часть времени на нём поддерживается высокий уровень напряжения, достаточный для питания модуля B1. Но на время загрузки информации в индикатор уровень напряжения на выходе PB4 сменяется низким, при котором модуль B1 не работает и не может повлиять на сигнал, формируемый программой на выводе PB1 микроконтроллера, который на это время конфигурируется как выход. Загрузка тактируется синхроимпульсами, формируемыми на выходе PB0.

По завершении загрузки уровень на выходе PB4 вновь устанавливается

высоким. Это приводит, во-первых, к записи загруженного кода в регистр отображения индикатора, во-вторых, включает питание модуля ИК-приёмника B1. В результате приём ИК-команд снова становится возможным.

Датчик температуры программа опрашивает приблизительно один раз в секунду. На время обмена с ним информацией все прерывания в программе микроконтроллера запрещаются. В промежутках между опросами датчика микроконтроллер находится в состоянии пониженного энергопотребления. Из этого состояния его выводит либо сигнал от модуля B1, либо запрос прерывания от встроенного таймера. Значение температуры и информация о состоянии терморегулятора обновляются на индикаторе сразу после опроса датчика.

Показанный на схеме рис. 1 датчик температуры DS18B20 (BK1) в радиолюбительских конструкциях наиболее распространён, но он далеко не единственный. Не менее интересен датчик LM75A [3], который существенно дешевле DS18B20, но представляет результат с дискретностью 11, а не 12 двоичных разрядов, чего в данном случае вполне достаточно. В технической документации указано, что погрешность датчика LM75A — ±2 °C в интервале температуры от −25 °C до +100 °C. Однако, как показала проверка всех датчиков DS18B20 и LM75AD, имеющихся у автора, при комнатной температуре фактический разброс их показаний не превышает 0,2 °C. Возможно, погрешность ±2 °C наблюдается на краях указанного выше температурного интервала.

В отличие от датчика DS18B20, работающего по однопроводному интерфейсу 1-Wire, для связи с микроконтроллером датчик LM75A имеет двухпроводный интерфейс I²C. По линии SDA этого интерфейса происходит двусторонний последовательный обмен информацией с микроконтроллером, тактируемый синхроимпульсами, передаваемыми микроконтроллером по линии SCL. Кроме того, изменяя в определённом порядке уровни на этих линиях, микроконтроллер формирует состояния START и STOP, начинающие и завершающие каждый сеанс обмена информацией. Благодаря тактированию скорость передачи информации по интерфейсу I²C (в отличие от 1-Wire) может изменяться в широких пределах.

Анализ временной диаграммы сигналов интерфейса I²C показал, что требующийся для его реализации сигнал SCL микроконтроллер может сформировать на выходе PB0, к которому уже подключён вход DCLK индикатора HG1. Программа может быть организована так, что взаимных помех между датчиком температуры и индикатором при этом не будет. Схема подключения датчика LM75AD (BK1') в корпусе SO8 взамен DS18B20 (BK1) показана на **рис. 2**. Для его работы потребуется дополнительно установить резистор R4 и конденсатор C2. Номинал резистора R1 следует увеличить до 10 кОм.

Интерфейс взаимодействия с оператором и способ отображения состояний терморегулятора не меняются при использовании любого из рассмотренных датчиков. После включения питания на индикаторе в течение 3 с видна надпись "ОБУЧ". Если в это время нажать на любую кнопку ПДУ, то запустится процедура "обучения" терморегулятора, в процессе которой на индикатор будут выводиться мигающие символы-приглашения, и в ответ на них необходимо нажимать на назначаемые для выполнения соответствующих опе-

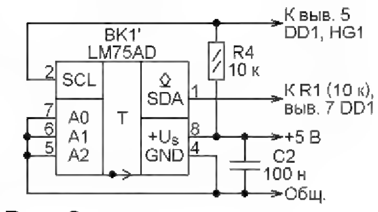


Рис. 2

Таблица 1

Приглашение	Команда	Кнопка ПДУ
	Увеличить на 0,5 °C	▲
	Уменьшить на 0,5 °C	▼
	Температура "t"	►
	Температура "h"	◄
	Ввод	OK
	Изменить знак температуры или включить/выключить термостатирование	–

раций кнопки ПДУ. Сначала будет предложено задать десять кнопок для ввода цифр от 0 до 9. Затем станут появляться приглашения выбрать кнопки для подачи команд, приведённых в **табл. 1**. В правом столбце этой таблицы указаны обозначения кнопок ПДУ, которые были выбраны для подачи команд автором. Они будут использоваться в тексте статьи и далее. Но фактически можно выбрать и любые другие кнопки.

После назначения последней кнопки вся введённая информация сохранится в EEPROM микроконтроллера, и терморегулятор перейдёт в основной режим работы. Если в процессе ввода была допущена ошибка, процедуру обучения придётся повторить. Это можно сделать в любое время, выключив и вновь включив терморегулятор. Если до исчезновения надписи "ОБУЧ" на кнопки ПДУ не нажимать, процедура "обучения" пропускается и действуют кнопки, назначенные ранее.

На некоторых пультах отсутствуют цифровые кнопки. В подобном случае при "обучении" пульта вместо них можно нажимать на любые кнопки (даже на одну и ту же), которые в дальнейшем использоваться не будут. Без цифровых кнопок возможности редактирования пороговых значений температуры будут ограничены их последовательным увеличением или уменьшением с шагом 0,5 °C.

На фотоснимке **рис. 3** изображение на экране ЖКИ соответствует основному режиму работы терморегулятора. Помимо текущей температуры отображается состояние выхода управления исполнительным устройством. Включённому устройству (высокому уровню на выходе "Упр.") соответствует включённый элемент B крайнего правого разряда индикатора, выключенному (низкому уровню на выходе) — включённый элемент C того же разряда. О работе терморегулятора в режиме "Охлаждение" сигнализирует включённый элемент в левом верхнем углу экрана.

Нажатием на кнопку "–" включают или выключают функцию поддержания заданной температуры. Если она выключена, то все служебные элементы на экране ЖКИ также выключены, а устройство работает как обычный термометр. На выходе управления исполнительным устройством при этом установлен низкий уровень напряжения.



Рис. 3

Просмотр и редактирование пороговых значений температуры начинают с нажатия на кнопку "►" или "◄". В зависимости от того, какая кнопка была нажата, экран индикатора принимает вид, показанный на **рис. 4,а** или **рис. 4,б**.

Если температура "h" задана меньше температуры "t", то исполнительное устройство должно быть нагревателем. Он включается при снижении температуры ниже температуры "h" и выключается при достижении или превышении температуры "t".

Если температура "h" задана большей температуры "t", то исполнительное устройство должно быть охладителем. Он включается при превышении температуры "h" и выключается, когда температура опустится ниже температуры "t".

Для изменения выведенного на ЖКИ порогового значения в интервале −55...+125 °С с шагом 0,5 °С пользуются кнопками "▲" и "▼". Применять более мелкий шаг в терморегуляторе такого типа автор считает нецелесообразным. Если на ПДУ имеются цифровые кнопки, то температуру в целых градусах (от 0 до 99) можно задать с их помощью, а затем (при необходимости) увеличить или уменьшить введённое значение кнопками "▲" и "▼". Чтобы изменить знак температуры, пользуются кнопкой "−".

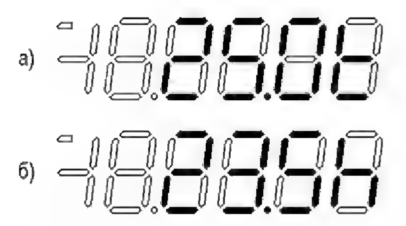


Рис. 4

Для сохранения изменённого значения в EEPROM микроконтроллера достаточно нажать на кнопку "OK". Процесс записи нового значения сопровождается его трёхкратным миганием на индикаторе. При нажатии на кнопку ПДУ, не предназначенную для изменения выведенного на ЖКИ значения, или по истечении 7 с момента последнего нажатия терморегулятор возвратится в основной режим без сохранения внесённых изменений.

Печатная плата терморегулятора показана на **рис. 5**. Она рассчитана на установку деталей для поверхностного монтажа — микроконтроллера ATtiny13A-SU в корпусе SOIC 8S2, резисторов типоразмера 1206, конденсатора С1 типоразмера 3225 и двух перемычек. Для подключения программатора к смонтированному на плате микроконтроллеру служат контактные площадки XT1 (RESET), XT2 (MISO), XT3 (SCK) и XT4 (MOSI). К ним на время программирования припаивают провода, идущие к разъёму программатора.

С обратной печатным проводникам стороны платы установлены индикатор HG1 и модуль ИК-приёмника B1. В зависимости от типа (TSOP1738 или TSOP4838) модуль устанавливают на одно из двух посадочных мест с соответствующим его типу расположением контактных площадок. Выводы модуля изгибают так, чтобы направление его максимальной чувствительности к ИК-излучению было перпендикулярно поверхности платы.

Смонтированная плата помещена в корпус, изготовленный из двух заглушек пятидюймовых отсеков системного блока компьютера. Рисунок передней панели корпуса (см. рис. 3) напечатан на лазерном принтере, защищён широкой прозрачной липкой лентой и приклеен к корпусу лентой, липкой с двух сторон.

Вариант терморегулятора с датчиком DS18B20 автор использует для управления температурным режимом аквариума. В холодное время года к терморегулятору подключается нагреватель, а летом — вентилятор, обдувающий поверхность воды. Длина трёхпроводного кабеля, соединяющего датчик с микроконтроллерным блоком, не превышает 1,5 м. Работа устройства с кабелем большей длины не проверялась. При использовании датчика DS18B20 резистор R4 на основной плате не устанавливают.

Самый простой способ гидроизоляции датчика DS18B20 — поместить его в полихлорвиниловую трубку достаточной длины с заплавленным концом. Но автор использовал более сложный способ. Сначала места пайки проводов соединительного кабеля к выводам датчика изолированы отрезками тонкой термоусаживаемой трубки. Затем выводы датчика и концы проводов тщательно, с некоторым запасом, обмазаны термоклеем. В заключение на датчик, его выводы и примыкающий к ним участок кабеля надета термоусаживаемая трубка диаметром 4...5 мм. При прогреве этой конструкции феном не только усаживается трубка, но и плавится термоклей, заполняя имеющиеся пустоты, а его излишки выдавливаются в сторону кабеля.

Вариант с датчиком LM75AD (в корпусе SO8) автор использует для контроля температуры теплоотвода мощного транзистора стабилизированного источника тока в экспериментальной установке. Вместе с конденсатором С2 этот датчик смонтирован на небольшой макетной плате, а его корпус через теплопроводную пасту прижат к теплоотводу. Длина соединительного кабеля не превышает 50 см. Работа устройства с датчиком LM75ADP (в корпусе TSSOP8), а также с кабелем большей длины не проверялась.

Кроме описанного микроконтроллерного блока, в состав терморегулятора входит ещё один, собранный по схеме, показанной на **рис. 6**, в корпусе обыкновенной настенной сетевой розетки XS1.

На этой схеме U1 — плата от зарядного устройства для сотового телефона. Её выходное напряжение 5,7 В понижается до 5 В, необходимых для питания микроконтроллера, датчика температуры и ЖКИ, с помощью интегрального стабилизатора напряжения DA1 с низким минимальным падением напряжения между входом и выходом.

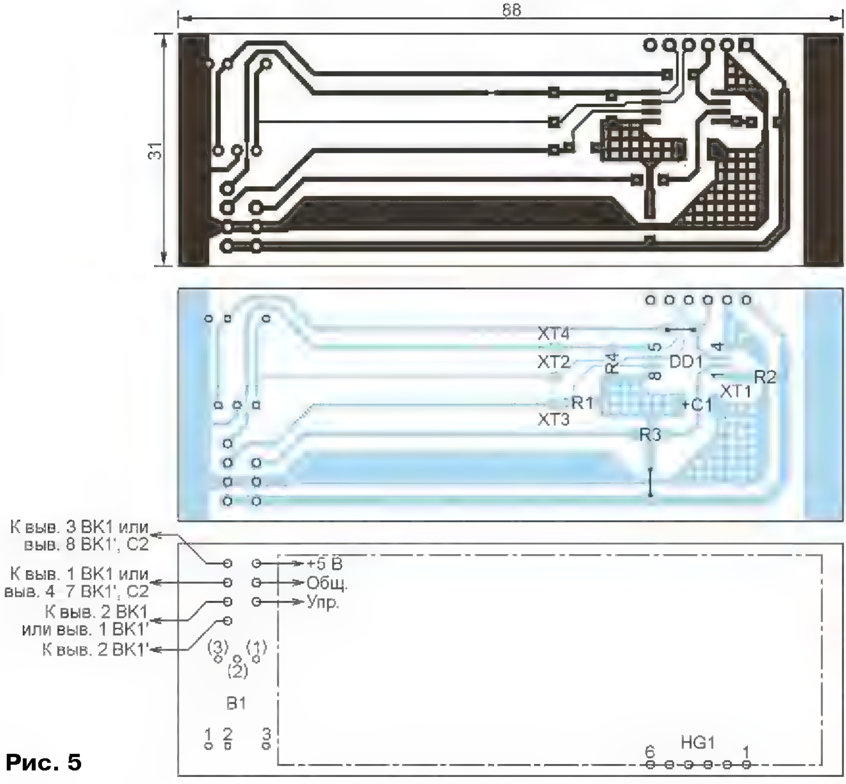


Рис. 5

На оптроне U2 и симисторе VS1 собран коммутатор напряжения питания (~220 В) исполнительного устройства, подключаемого к розетке XS1. Схема коммутатора — обычная, подобную можно найти в описаниях многих любительских конструкций. Если коммутируемая мощность не превышает 100 Вт, теплоотвод симистору не требуется.

Светодиод HL1 служит индикатором включения исполнительного устройства. Не рекомендуется исключать из схемы диод VD1, подключённый встречно-параллельно светодиоду. Дело в

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

том, что при обратном напряжении светодиод ведёт себя как стабилитрон с ненормированным напряжением стабилизации. В отсутствие ограничивающего обратное напряжение защитного диода мощность, рассеиваемая на светодиоде при практически одинаковом прямом и обратном токе, заданном резистором R3, увеличивается во столько же раз, во сколько напряжение "стабилизации" превосходит прямое падение напряжения. Это приводит к ускоренному выходу светодиода из строя.

Программа микроконтроллера (в двух вариантах для датчиков DS18B20 и LM75AD) создана в свободно распространяемой среде программирования Algorithm Builder for AVR 5.44 <**http://algrom.net/russian.html**>. Программа построена по модульному принципу. Общие для двух вариантов модули вывода символьного массива на ЖКИ TIC5231; приёма и декодирования сигналов ПДУ; "обучения" кодам кнопок ПДУ и чтения/записи EEPROM.

Помимо них вариант для DS18B20 содержит модуль программно реализованного интерфейса 1-Wire, в варианте для LM75AD заменённый модулем интерфейса I^2C. В связи с ограниченным объёмом программной памяти микроконтроллера в модулях интерфейсов 1-Wire и I^2C не реализованы обнаружение и обработка ошибок приёма информации микроконтроллером.

Модули чтения измеренной температуры, ввода и редактирования пороговых значений температуры, управления нагревателем или охладителем и преобразования считанного из датчика значения температуры в десятичный формат для вывода на индикатор учитывают особенности применённых датчиков.

Радиолюбители, начинающие осваивать микроконтроллеры, могут использовать отдельные модули или их части в своих собственных разработках.

При загрузке программы в микроконтроллер непосредственно из среды программирования Algorithm Builder в окне "Программирование кристалла" (Программа→Запуск с кристаллом) следует отметить пункт "Запись fuse битов". Нужная конфигурация микроконтроллера будет установлена автоматически.

Если загрузка программы будет производиться из HEX-файла, конфигурацию микроконтроллера следует установить согласно **табл. 2**, где состояние 0 соответствует запрограммированному, а 1 — не запрограммированному разряду.

В заключение хочу сказать несколько слов о среде программирования Algorithm Builder for AVR. Её разработчики говорят, что это среда "для производства полного цикла разработки, начиная от ввода алгоритма, включая процесс отладки и заканчивая программированием кристалла. Разработка программы может быть как на уровне ассемблера, так и на макроуровне с манипуляцией многобайтными величинами со знаком".

Это, по моему мнению, лучшая среда программирования для начинающих. На первых порах можно создавать программы, не вникая в тонкости разнообразных команд микроконтроллера. Например, копирование задаётся единым мнемоническим оператором "->", что позволяет, абстрагируясь от конкретных видов команд копирования, сосредоточиться на алгоритме обработки информации. Арифметические и условные операторы имеют привычную и наглядную мнемонику. Все переходы, безусловные и условные, рисуют с помощью мыши. Это освобождает программу от бесчисленных меток, которые в классических языках ассемблера — неизбежный балласт. Но переходы по именованным меткам остаются возможными.

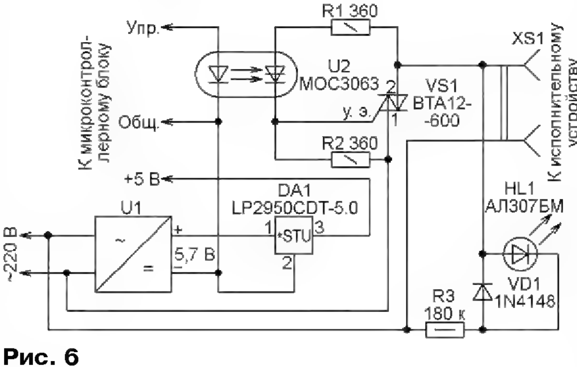


Рис. 6

Таблица 2

Разряд	Сост.	Значение
CKSEL0	1	Внутр. RC-генератор 4,8 МГц включён
CKSEL1	0	
SUT0	0	Максимальная задержка старта
SUT1	1	
CKDIV8	1	Без делителя на 8
WDTON	1	Сторожевой таймер выключен
EESAVE	1	Стирание EEPROM разрешено
SPIEN	0	Программирование по SPI разрешено
RSTDISBL	1	Вход начальной установки действует
BODLEVEL0	0	Порог детектора понижения напряжения питания — 4,3 В
BODLEVEL1	0	
DWEN	1	Цепь отладки откл.
SELFPRGEN	1	Самопрограммирование отключено

При программировании на языке любого уровня программист должен, прежде всего, представить в виде образа в уме или на бумаге алгоритм будущей программы. Algorithm Builder даёт средства для построения такого алгоритма на экране компьютера. Алгоритм сразу компилируется в исполняемый микроконтроллером код. Причём загрузить этот код в микроконтроллер и проверить его работоспособность можно немедленно, не покидая программную оболочку.

По способу создания программ Algorithm Builder очень близок к языкам графического программирования LabView и HiASM. По эффективности программирования он незначительно уступает C++, сохраняя при этом полный контроль над конечным кодом на уровне языка ассемблера. Благодаря интегрированному настройщику периферии Algorithm Builder практически полностью освобождает программиста от рутинных манипуляций с системными регистрами микроконтроллера.

К сожалению, есть и определённые недостатки. Великолепная начинка заключена в непритязательную оболочку. Интерфейс пользователя довольно примитивен и не всегда интуитивно понятен. В частности, выделить фрагмент текста или программы можно только с помощью клавиатуры. Попытка сделать это привычным способом мышью приводит только к перемещению программного блока по экрану. При этом могут автоматически перестроиться адреса переходов.

Перед каждой компиляцией Algorithm Builder автоматически сохраняет все внесённые изменения. Если их было много, то вернуться к первоначальному варианту практически невозможно: глубина буфера возврата невелика, а резервные копии автоматически не создаются — делать это следует вручную. Наличие подобных недочётов приводит к тому, что многие, попробовав работать с Algorithm Builder, разочаровываются в нём. А зря. Немногие системы программирования могут похвастаться такой наглядностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. SB-Projects: IR Remote Control, NEC Protocol. — <**http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/nec.php**>.

2. Декодируем команды пульта ДУ. — <**http://ekits.ru/bb/viewtopic.php?f=9&t=1073**>.

3. LM75A. Digital temperature sensor and thermal watchdog. — <**http://www.nxp.com/documents/data_sheet/LM75A.pdf**>.

От редакции. *Файл печатной платы в формате Sprint Layout 5.0 и два варианта программы микроконтроллера для разных датчиков температуры находятся по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/12/termoreg.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

тел. 608-28-38 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Аналого-цифровая цветодинамическая установка

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

В предлагаемой цветодинамической установке (ЦДУ) автор постарался объединить плюсы аналоговой и цифровой техники.

Основная задача аналоговой части этой установки традиционна для ЦДУ — разделение спектра входного музыкального сигнала на частотные каналы. Следует заметить, что с помощью активных фильтров эта задача решается достаточно хорошо. Решить её с теми же показателями качества цифровыми методами с помощью широкодоступного восьмиразрядного микроконтроллера проблематично — не хватает вычислительной мощности. В свою очередь, цифровая часть ЦДУ, построенная на подобном микроконтроллере, позволяет просто реализовать то, что средствами аналоговой техники сделать весьма сложно. Например, сформировать сложную зависимость яркости подсветки от громкости звука, построить виртуальный канал фоновой подсветки, дать возможность управлять яркостью источников света с помощью широтно-импульсной модуляции.

Характерная особенность предлагаемой ЦДУ — отказ от принятого практически во всех прочих аналогичных установках ограничения входного сигнала по амплитуде. Нелинейный элемент (обычно на соединённых встречно-параллельно диодах) не только сужает динамический диапазон изменения амплитуды сигнала (для чего он, собственно, и устанавливается), но и создаёт в нём паразитные спектральные составляющие, что затрудняет его дальнейшее разделение по частотным каналам с помощью фильтров.

Микроконтроллер выполняет необходимые для согласования динамического диапазона входных звуковых и выходных световых сигналов процедуры программно уже после фильтрации. Изменения среднего уровня входного сигнала компенсирует система АРУ с цифровым формированием воздействия, управляющего её исполнительным элементом. Это создаёт оптимальные условия для функционирования ЦДУ независимо от громкости музыки.

Для управления яркостью источников света использованы имеющиеся в микроконтроллере аппаратные модули ШИМ, что снижает нагрузку на процессор микроконтроллера, оставляя ему больше машинного времени на обработку сигналов.

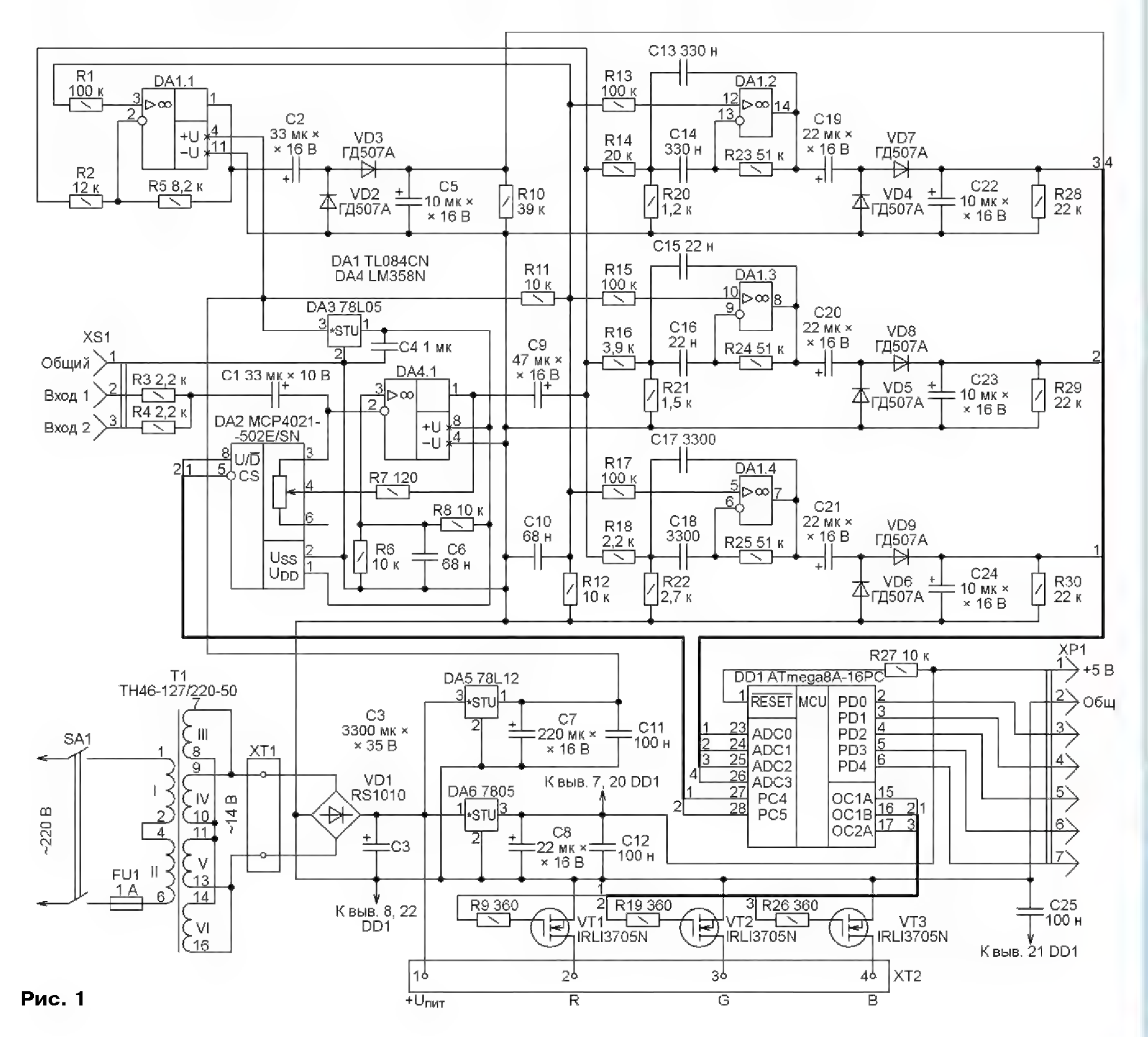


Рис. 1

Исполнительные узлы регуляторов яркости низковольтных источников света на RGB-светодиодах построены на полевых транзисторах с низким сопротивлением открытого канала и работают в ключевом режиме. Это значительно уменьшает потери энергии в них. Низкое пороговое напряжение применённых транзисторов позволяет управлять ими логическими сигналами непосредственно с выходов микроконтроллера, что предельно упрощает узлы управления яркостью.

Программно реализован виртуальный канал фоновой подсветки. Автор считает, что выделенный световой канал фона с приходом в ЦДУ цифровой техники становится атавизмом — программа микроконтроллера способна заполнять паузы в музыкальных произведениях любыми статическими или динамическими световыми эффектами, используя лишь три основных цветовых канала. Это делает работу установки более красочной, одновременно упрощая и удешевляя её.

Аналоговая часть разработанной ЦДУ состоит из предварительного усилителя с регулируемым по сигналам микроконтроллера усилением. За ним следуют четыре работающих параллельно канала. Три из них (низкочастотный, среднечастотный и высокочастотный) содержат полосовые фильтры с необходимой для каждого канала центральной частотой и шириной полосы пропускания и амплитудные детекторы, выделяющие огибающие прошедших через фильтры составляющих сигнала. Ещё один канал, обеспечивающий работу системы АРУ, отличается тем, что не содержит фильтра. Его детектор выделяет огибающую полного сигнала.

Выходы всех детекторов соединены с входами АЦП микроконтроллера, и дальнейшая обработка сигналов выполняется программно. Формируются три последовательности импульсов, модулированных по ширине (длительности), предназначенных для управления яркостью источников света трёх основных цветов. Управляя коэффициентом передачи предварительного усилителя, микроконтроллер обеспечивает оптимальный уровень сигналов на входах встроенного АЦП.

Основные технические характеристики

Число частотных каналов	3
Номинальное входное напряжение, мВ	350
Тип источников света	мощные RGB-светодиоды
Суммарная мощность источников света, Вт	36

Схема установки (за исключением светодиодного модуля) изображена на **рис. 1**. Стерео- или монофонический входной сигнал поступает на разъём XS1. С помощью резисторов R3 и R4 сигналы стереоканалов суммируются на входе предварительного усилителя на ОУ DA4.1. Монофонический сигнал можно подавать на любой из стереовходов. Усиление регулируется путём изменения сопротивления резистора в цепи обратной связи ОУ. Этим резистором служит микросхема DA2 — "цифровой переменный резистор" (ЦПР) с номинальным сопротивлением 5 кОм. В зависимости от положения его "движка" абсолютное значение коэффициента передачи усилителя изменяется от 0,18 до 4,6. Управляют ЦПР по принципу больше-меньше сигналы, формируемые микроконтроллером на выходах PC4 и PC5.

Микросхемы DA2 и DA4 питаются напряжением с выхода интегрального стабилизатора напряжения DA3. Значение +5 В выбрано исходя из технических характеристик ЦПР.

С выхода ОУ DA4.1 сигнал через разделительный конденсатор C9 поступает на входы описанных выше каналов, построенных на ОУ DA1.1 (канал АРУ), DA1.2 (канал НЧ), DA1.3 (канал СЧ) и DA1.4 (канал ВЧ). Частота настройки фильтра канала НЧ — 50 Гц, полоса пропускания по уровню –3 дБ — 22 Гц, канала СЧ — соответственно 1000 и 280 Гц, канала ВЧ — 5000 и 1550 Гц. Фильтры рассчитаны по методике, приведённой в [1]. Микросхема DA1 питается напряжением 12 В с выхода интегрального стабилизатора напряжения DA5.

Детекторы всех каналов построены по схеме с удвоением напряжения на германиевых диодах ГД507А. Резисторы R10, R28—R30 обязательны, именно они определяют постоянные времени разрядки конденсаторов, установленных на выходе детекторов.

Цифровая часть установки состоит из микроконтроллера DD1 и трёх электронных ключей на транзисторах VT1—VT3. Так как жёсткие требования к точности программного формирования интервалов времени отсутствуют, работа микроконтроллера тактируется от внутреннего RC-генератора частотой 8 МГц. Резистор R27 поддерживает высокий логический уровень на входе установки микроконтроллера в исходное состояние.

На плате предусмотрен разъём расширения XP1 — однорядная семиконтактная вилка PLS, на которую выведены напряжение +5 В, общий провод и линии PD0—PD4 микроконтроллера. К нему при необходимости можно подключать дополнительные органы управления и индикации или другие устройства, расширяющие возможности ЦДУ. Но для этого придётся дорабатывать программу микроконтроллера. В её приложенном к статье варианте использование этого разъёма не предусмотрено.

Микроконтроллер питается напряжением 5 В от интегрального стабилизатора DA6. Хотя потребляемый им ток невелик, в качестве DA6 применена довольно мощная микросхема 7805. Это сделано на случай подключения к разъёму XP1 дополнительной нагрузки.

С выводов 15—17 микроконтроллера последовательности широтно-модулированных импульсов через защитные резисторы R9, R19 и R26 поступают на затворы VT1—VT3 переключательных полевых транзисторов IRLI3705N с изолированным затвором и низким значением порогового напряжения затвор—исток, что позволяет управлять ими непосредственно сигналами с выходов микроконтроллера. Сопротивление открытого канала этих транзисторов — 0,01 Ом. Это даёт возможность применять их без теплоотводов для коммутации тока до 10 А. Максимальное напряжение сток—исток — 55 В.

Через контактную колодку XT2 со стоками транзисторов VT1—VT3 и источником питания соединяют светодиодный модуль.

ЦДУ питают от сети 220 В через понижающий трансформатор T1 и выпрямитель на диодном мосте VD1 с фильтрующим конденсатором C3. Трансформатор — ТН46-127/220-50 промышленного изготовления. При показанном на рассматриваемой схеме соединении обмоток он способен отдать во вторичную цепь ток до 5 А при напряжении 14 В. Диодный мост VD1 желательно установить на теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности 15...25 см^2.

Напряжение на конденсаторе C3 без нагрузки — около 20 В. Оно поступает на микросхемы DA5 и DA6 для формирования стабилизированного питающего напряжения соответственно 12 и 5 В, а для питания светодиодного модуля подано на контакт 1 колодки XT2.

Так как автор придерживается идеи виртуального канала фона, светодиодный модуль содержит только три цветовых канала. В нём установлены 12 мощных RGB-светодиодов ARPL-Star 3W RGB/6-pin, каждый из которых содержит три кристалла красного (R), зелёного (G) и синего (B) цветов свечения со следующими характеристиками:

Максимальный ток каждого кристалла, мА	
средний	350
импульсный	500
Прямое падение напряжения при токе 350 мА, В	
на кристалле R	2,6
на кристалле G	3,4
на кристалле B	3,4
Световой поток при токе 350 мА, лм	
кристалла R	34
кристалла G	63
кристалла B	8,6
Телесный угол излучения, град.	140

Поскольку светодиоды имеют отдельные выводы каждого кристалла, их можно соединять произвольным образом. Во избежание удорожания модуля и усложнения его конструкции вариант питания светодиодов через специализированные драйверы был отклонён. Наиболее простой, дешёвой и безопасной с точки зрения предотвращения токовой перегрузки светодиодов была признана схема их соединения, показанная на **рис. 2**.

Кристаллы B всех светодиодов соединены в три параллельные ветви по четыре последовательно соединённых кристалла в каждой (будем называть эту группу "синей"). Аналогичные им по прямому падению напряжения кристаллы G соединены по такой же схеме в "зелёную" группу. Падение напряжения на "синей" и "зелёной" группах — по 3,4×4=13,6 В при токе 350×3=1050 мА.

На кристаллах R падение напряжения меньше, поэтому "красная" группа образована двумя параллельными ветвями по шесть последовательных кристаллов в каждой. Падение напряжения на ней 2,6×6=15,6 В при токе 350×2=700 мА.

Снятая экспериментально нагрузочная характеристика выпрямителя на трансформаторе ТН46-127/220-50 и диодном мосте RS1010 показала, что с ростом тока нагрузки его выходное напряжение быстро снижается до 15,3 В при токе 700 мА. Далее уменьшение напряжения замедляется: при токе 1 А оно равно 15 В, а при токе 2,5 А — 14,4 В. Из этого следует, что при непосредственном подключении к выпрямителю только "красной" группы кристаллов их перегрузки можно не опасаться, чего нельзя сказать о "синей" и "зелёной". Для любой из них при одиночном подключении напряжение на выходе выпрямителя источника питания превышает допустимое на 15–13,6=1,4 В. Этот избыток с некоторым запасом гасят пары диодов VD10, VD11 для "зелёной" и VD12, VD13 для "синей" групп.

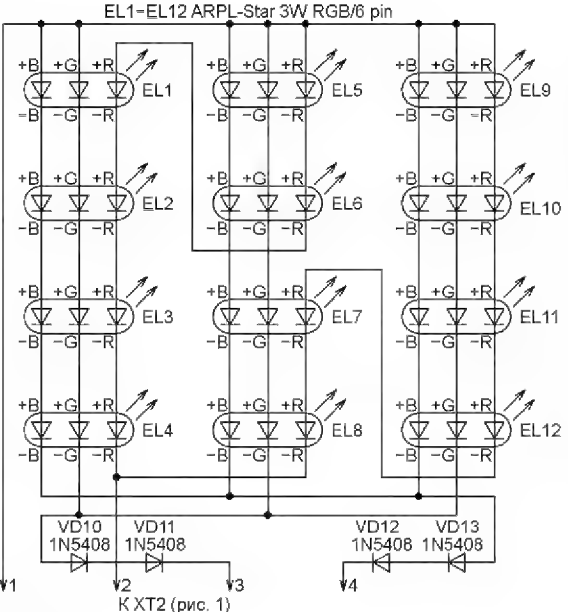


Рис. 2

Прим. ред. *Такое подключение групп кристаллов безопасно для них только при условии, что напряжение питания светодиодного модуля остаётся неизменным как в режиме холостого хода, так и под нагрузкой, и заметно не пульсирует с удвоенной частотой питающей сети. Напряжение на выходе выпрямителя этим требованиям не удовлетворяет. Заряженный в режиме холостого хода до 20 В конденсатор С3 в момент включения светодиодов разряжается через них, создавая бросок тока, амплитуда которого многократно превышает безопасное значение.*

Под нагрузкой среднее значение напряжения на конденсаторе соответствует, вероятно, измеренным автором значениям. Но это напряжение не постоянное, оно пульсирует с частотой 100 Гц и размахом в несколько вольт, тем большим, чем больше ток нагрузки. Это означает, что значительную долю каждого полупериода сетевого напряжения кристаллы светодиодов работают со значительной перегрузкой по току, а в оставшуюся часть полупериода ток через них очень мал. Это негативно сказывается на надёжности и сроке службы светодиодов.

Рекомендуется питать светодиодный модуль от стабилизатора напряжения (лучше импульсного), установив его выходное напряжение таким, которое обеспечивает работу светодиодов без перегрузки. При этом необходимо выбрать ёмкость конденсатора С3, при которой минимальное (с учётом пульсаций) мгновенное значение напряжения на нём при максимальной нагрузке на выпрямитель не ниже требующегося для нормальной работы применённого стабилизатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Operational Amplifier / Op-Amp Band Pass Filter. — <**http://www.radio-electronics.com/info/circuits/opamp_band_pass_filter/op_amp_bandpassfilter.php**>.

(Окончание следует)

РАДИО®
ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ

Зарядное устройство автомобильной аккумуляторной батареи

Д. ЧЕРНЯНСКИЙ, г. Брянск

Предлагаемый автором вариант зарядного устройства собран на доступной элементной базе, практически не нуждается в налаживании и достаточно прост в повторении. Установка тока зарядки в интервале 0...10 А производится поворотом ручки переменного резистора на передней панели.

Работа зарядного устройства основана на известном методе вертикального управления регулирующим элементом — тринистором. На входах компаратора происходит сравнение пилообразного напряжения с постоянным образцовым. В момент, когда их значения становятся равными и затем их разность изменяет знак, происходит формирование управляющего импульса. Ток зарядки зависит от фазы импульса, которую можно регулировать вручную, изменяя образцовое напряжение. В качестве компаратора использован ОУ общего применения. Отличительная особенность этого устройства состоит в том, что управление происходит не в сильноточной выходной цепи, а в сравнительно слаботочной входной — первичной обмотке понижающего сетевого трансформатора. Это уменьшает потери мощности в виде выделения тепла на регулирующем элементе, что положительно сказывается на надёжности устройства. Кроме того, отпадает необходимость установки регулирующего элемента на теплоотвод. Устройство способно отдавать в нагрузку ток до 10 А. Схема приведена на **рис. 1**.

Напряжение со вторичной обмотки мощного сетевого трансформатора Т1 поступает на выпрямительный мост, собранный на диодах VD2—VD5, к выходу которого через плавкую вставку FU2, амперметр PA1 и соединительные провода в соответствующей полярности подключают заряжаемую аккумуляторную батарею.

На маломощном сетевом трансформаторе Т2, выпрямительных мостах VD6, VD7, сглаживающих конденсаторах C2—C4 и интегральном стабилизаторе напряжения DA1 собран источник питания узлов управления регулирующим элементом — тринистором VS1. Сдвоенный ОУ на микросхеме DA2 питается напряжением +14 В с плюсового вывода конденсатора C2 и −7 В с минусового вывода C3. Эти значения могут лежать в интервале +12...16 В и −3...12 В соответственно в зависимости от напряжения вторичных обмоток имеющегося трансформатора (см. ниже).

На нагрузочном резисторе R3 формируются синхронизирующие импульсы для узла управления, для чего между плюсовыми выводами моста VD6 и конденсатора C2 включён разделительный диод VD8. Импульсы имеют обычный вид полусинусоид с частотой следования 100 Гц.

Пилообразное напряжение (ПН) формирует генератор, состоящий из двух узлов: источника стабильного тока зарядки конденсатора C5, собранного на транзисторе VT2, резисторах R12—R14, и узла его быстрой разрядки на ОУ DA2.1, включённого как компаратор. Пока напряжение очередного синхронизирующего импульса частотой 100 Гц, поступающего с резистора R3 на неинвертирующий вход (вывод 3) ОУ, больше уровня заданного делителем R6 R7, на выходе (выводе 1) ОУ около +13 В и напряжение на конденсаторе C5 линейно нарастает. Ток зарядки задан резистором R12 так, что по достижении на конденсаторе +8,5 В спадающее напряжение очередного импульса синхронизации становится меньше уровня, заданного делителем. В этот момент на выходе ОУ напряжение сменяет полярность и происходит быстрая перезарядка конденсатора C5 до −0,7 В через цепь: выход ОУ, VD9, R9, линия питания 0 В. По достижении следующим импульсом уровня напряжения, заданного делителем, процесс повторяется.

Сигнал с выхода генератора ПН поступает на узел сравнения, где сравнивается с образцовым напряжением управления, установленным переменным резистором R4. Узел сравнения работает тоже как компаратор и собран на ОУ DA2.2. При линейном нарастании ПН в момент его равенства с управляющим на выходе ОУ возникает нарастающий перепад напряжения, а при резком спаде ПН — спадающий. Момент спада практически совпадает с моментом прохождения сетевого напряжения через ноль.

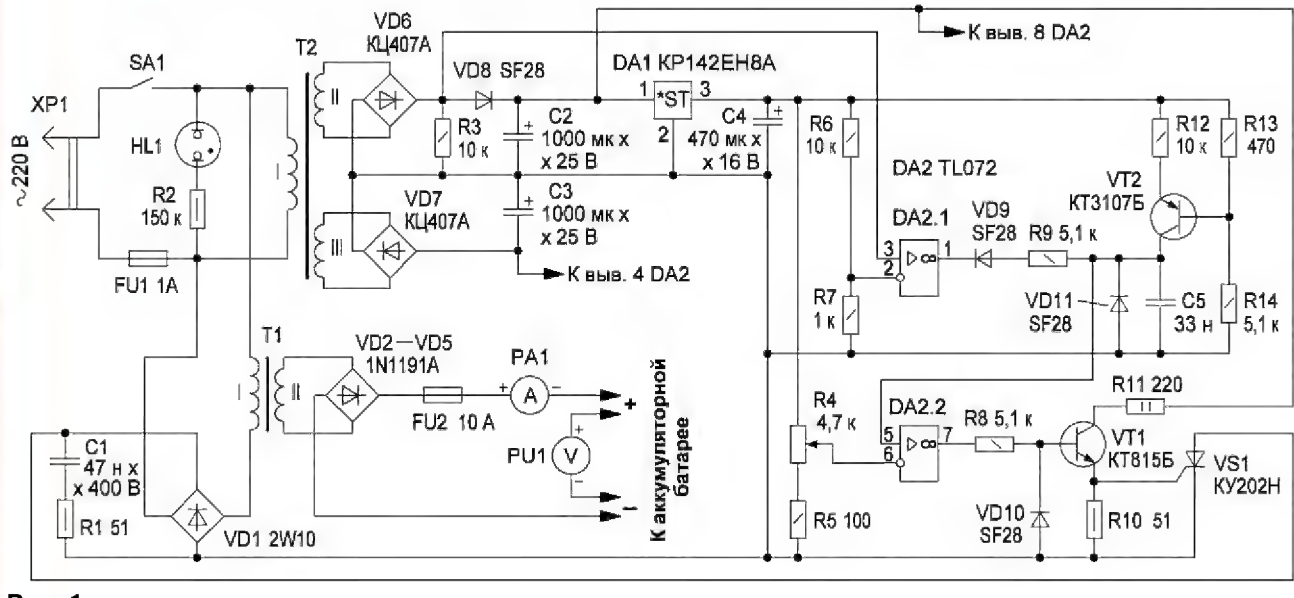


Рис. 1

Положительным импульсом с выхода ОУ открываются транзистор VT1 и регулирующий элемент — тринистор VS1. Импульс воздействует на его управляющий электрод до окончания каждого полупериода сетевого напряжения. Тринистор управляет состоянием коммутатора, собранного на диодном мосте VD1, включённого последовательно с первичной обмоткой мощного сетевого трансформатора Т1. С изменением напряжения управления изменяется время (угол) подключения первичной обмотки к сети в каждый её полупериод,

а значит, и среднее значение зарядного тока.

В устройстве применён трансформатор Т1 — ОСМ1-0,16, который можно заменить другим мощностью не менее 160 В·А и с напряжением вторичной обмотки 12...18 В. При меньшем максимальном токе зарядки можно установить трансформатор меньшей выходной мощности. Т2 — любой сетевой маломощный с двумя вторичными обмотками. Напряжение обмотки II должно быть 12...16 В при токе нагрузки 0,3 А, а обмотки III — 3...12 В без нагрузки. Конденсатор С5 желательно применить с малым током утечки, например, полиэтилентерефталатный К73-16. Переменный многооборотный резистор — СП5-44-01, СП5-39 или импортный 3540S-1 4,7...100 кОм. По мнению автора, отечественные резисторы превосходят импортный аналог по надёжности.



Рис. 2

Транзистор VT1 следует выбрать с наибольшим коэффициентом передачи тока из имеющихся в наличии. Неоновая лампа — любая. Выключатель SA1 — тумблер на рабочее напряжение 250 В, ток 5 А. Амперметр PA1 с пределом измерения постоянного тока 10 А, а вольтметр PU1 — постоянного напряжения 25 В. Для подключения к аккумуляторной батарее использованы два сильноточных зажима типа "крокодил". Соединительный провод — марки ПВС, четырёхжильный сечением по 2 мм^2 каждой жилы. Две жилы, по одной от каждого зажима, — силовые, а две другие подключены к вольтметру PU1. Эта мера исключает погрешность измерения напряжения зарядки при протекании зарядного тока по проводам. Для удобства переноски соединительные провода к устройству подключены через разъём РП10-7 (на схеме не показан). Внешний вид устройства приведён на **рис. 2**. Корпус взят от старого эстрадного усилителя мощности "Радуга".

Правильно собранное устройство налаживания не требует. При первом включении вместо аккумуляторной батареи следует подключить галогенную лампу мощностью 50 Вт на 12 В. При вращении ручки переменного резистора R4 яркость лампы должна плавно изменяться, а стрелки амперметра и вольтметра отклоняться вслед за вращением ручки. В случае отсутствия должной регулировки яркости или наличия иного признака неработоспособности перед поиском неисправности следует отключить трансформатор Т1 и диодный мост VD1 от сети. Далее, включив устройство в сеть, проверяют наличие указанных выше напряжений на конденсаторах С2 и С3 и +9 В на выходе стабилизатора DA1. Дальнейший поиск производят с помощью осциллографа. Осциллограммы снимают относительно вывода 2 микросхемы DA1. Сначала необходимо проверить наличие синхронизирующих импульсов на резисторе R3. Их амплитуда должна быть не менее 11 В. В противном случае следует увеличить число витков вторичной обмотки II трансформатора Т2 или заменить его другим. На выходе ОУ DA2.1 должны наблюдаться прямоугольные разнополярные импульсы с частотой 100 Гц и амплитудами, меньшими на 1...1,5 В питающих напряжений. Далее проверяют наличие пилообразных импульсов амплитудой около +8,5 В на коллекторе транзистора VT2. Для достоверности измерения следует использовать выносной делитель с входным сопротивлением 10 МОм. Вращая ручку переменного резистора, проверяют работу узла сравнения. При перемещении движка резистора вверх по схеме на выходе ОУ DA2.2 импульсы положительной полярности с периодом 10 мс должны уменьшаться по длительности до некоторого минимального значения, а вниз — увеличиваться вплоть до скважности, равной 1. Наблюдают импульсы на коллекторе и эмиттере транзистора VT1: они должны быть противофазны. Далее нужно восстановить отключённые соединения и проверить (заменить) тринистор и диодный мост VD1. При отсутствии включения тринистора следует несколько уменьшить (вплоть до 100 Ом) сопротивление резистора R11.

При зарядке аккумуляторной батареи не следует допускать увеличения напряжения зарядки выше значения, указанного в прилагаемой к ней инструкции или в рекомендациях фирмы-изготовителя. В случае превышения надо ручкой переменного резистора установить его на рекомендованном уровне. При уменьшении тока зарядки до 0,2...0,5 А считают батарею полностью заряженной. Конечно, устройство можно дополнить узлом автоматического ограничения напряжения и отключения зарядки. Выходные цепи гальванически развязаны от сети, но остальные элементы и узлы находятся под её напряжением, что является недостатком схемотехнического решения при процессе налаживания. Однако в эксплуатации этот недостаток несложно нейтрализовать конструктивно. Устройство безотказно работает уже несколько лет.

E-mail: consult@radio.ru
тел. 607-89-00

ШИШКИН С. Сторож—сигнализатор "Не закрыта дверь". — Радио, 2011, № 12, с. 39, 40.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме индикатора HG1, реле K1, K2, выключателей SA1, SA2, SF1—SF7, звукоизлучателя HA1. Резисторы — МЛТ, конденсаторы C1, C3 — керамические К10-17, C2, C4 — оксидные импортные, C5 — типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Преобразователь напряжения U1 — RDD05-05S1, кварцевый резонатор ZQ1 — в корпусе HC-49US. Остальные детали — указанных в статье типов. Отверстия с точками внутри предназначены для проводов, соединяющих микроконтроллер DD1 с конечными выключателями SF1—SF7 (цифры 1—7 соответствуют их номерам по схеме). Во избежание выхода микроконтроллера из строя при пайке на плате рекомендуется установить 20-гнёздную розетку (панель).

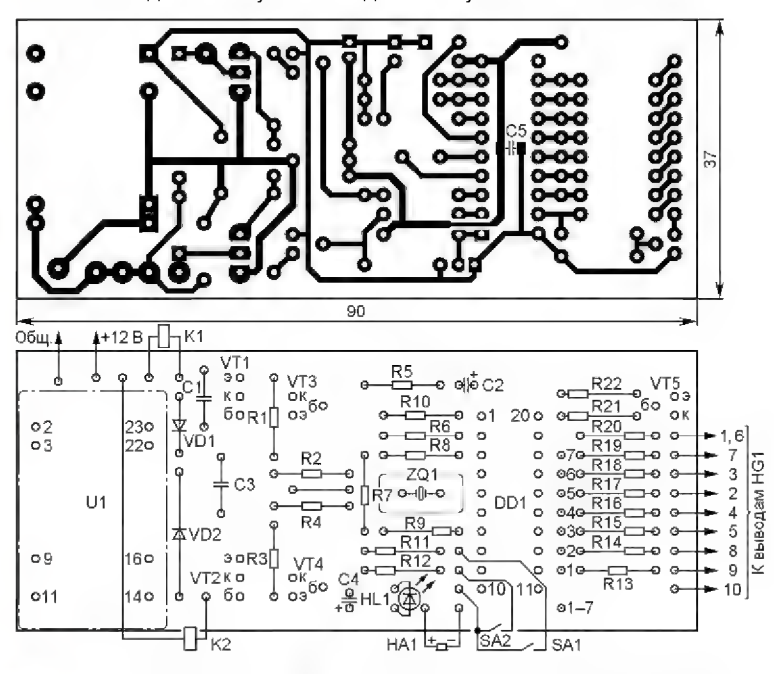


Рис. 1

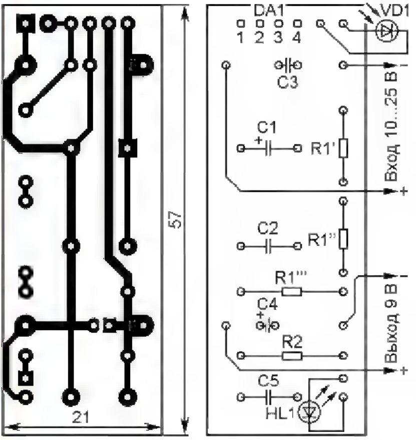


Рис. 2

БУТОВ А. Четыре конструкции на микросхеме PQ09RF11. — Радио, 2010, № 5, с. 51, 52.

Печатная плата стабилизатора по схеме на рис. 2.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 2**. Резистор R1 составлен из трёх (R1'—R1''') импортных SF-25 (аналог отечественных С1-4) сопротивлением 10 МОм, R2 — МЛТ, С2-33. Конденсаторы C1, C4 — оксидные импортные, C2, C3, C5 — керамические К10-17, остальные детали — указанных в статье типов.

БОЙКО М. Сенсорный таймер. — Радио, 2013, № 4, с. 52, 53.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы таймера с электронным реле (см. рис. 2 в статье) показан на **рис. 3**. Резисторы — МЛТ, С2-33 (R7 составляют из двух-трёх резисторов меньших номиналов), конденсатор C1 — К10-17, C2, C3 — оксидные импортные, не показанный на схеме C4, рекомендованный автором для снижения импульсных помех, — КМ-5а ёмкостью 2200—5600 пФ, его монтируют над стабилитроном VD1 (КС210Б). Реле K1 — TRV-12VDC. Позиционное обозначение VD3 присвоено диоду VD1 по схеме на рис. 2.

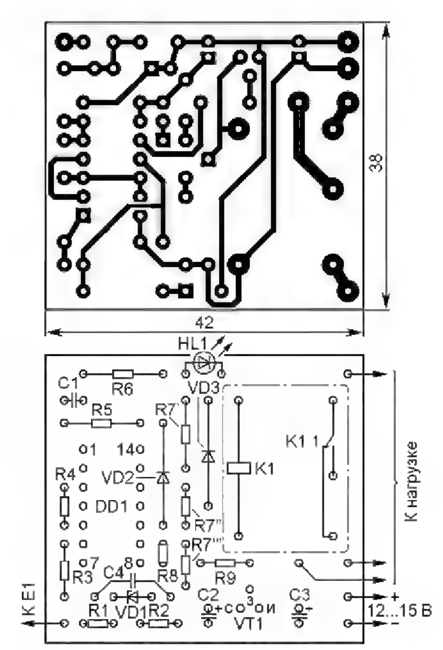


Рис. 3

ЩЕНОВ Э. Необычный термометр. — Радио, 2007, № 12, с. 51, 52.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 4**. Резисторы — МЛТ, конденсатор C1 — керамический типоразмера 1206 для поверхностного монтажа, кнопка SB1 — TC-0407. Во избежание выхода микроконтроллера из строя при пайке на плате рекомендуется установить 18-гнёздную розетку (панель).

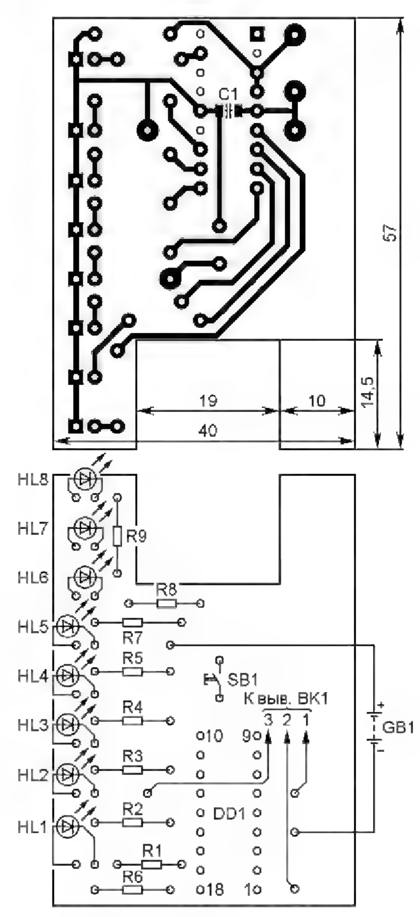


Рис. 4



Тел. (495) 607-68-89
E-mail: mail@radio.ru

начинающим

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

10 Селиверстов пер.

Индикатор радиоизлучений — приставка к мультиметру

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Индикатор предназначен для обнаружения радиоизлучений в диапазоне УКВ (от 30 МГц до 1,5...2 ГГц). С его помощью можно проверить работоспособность различных радиопередающих устройств, например, сотовых телефонов, радиостанций, радиозвонков, беспроводных устройств оргтехники, датчиков температуры и других устройств, использующих радиоканал. Совместно с мультиметром приставка обеспечивает цифровую и световую индикацию изменения уровня ВЧ-сигнала, а с некоторыми мультиметрами и звуковую индикацию превышения сигналом установленного уровня. Конструкция приставки рассчитана на работу совместно с мультиметрами серии DT-83x (или аналогичных), в которых есть функция измерения коэффициента передачи тока биполярных транзисторов (например, DT-830B), желательна также функция "прозвонки" со звуковой индикацией (например, как в мультиметре DT-838).

Схема приставки показана на **рис. 1**. Приём сигнала осуществляется на штыревую антенну WA1. ФНЧ C1L1C2 подавляет сигналы ниже частоты среза. Для указанных номиналов она составляет около 30 МГц. Изменив номиналы конденсаторов C1 и C2 и конструктивные параметры катушки индуктивности, можно изменить и частоту среза. На транзисторах VT1, VT2 собран усилитель ВЧ. Применённые транзисторы AT-32011 предназначены для работы в диапазоне СВЧ. При токе коллектора 2 мА и напряжении коллектор—эмиттер 2,7 В каждый из них на частоте 900 МГц обеспечивает усиление сигнала до 14 дБ. В приставке ток коллектора (0,7...1 мА) и напряжение (1...2 В) меньше, поэтому будет меньше и усиление. Малый потребляемый ток позволил запитать устройство от встроенного в мультиметр стабилизатора напряжения +3 В, выход которого соединён с гнездом для подключения коллектора проверяемого биполярного транзистора структуры n-p-n. Благодаря отрицательной обратной связи через резисторы R2 и R7 режим по постоянному току этих транзисторов устанавливается автоматически. Резисторы R1 и R6 повышают устойчивость работы усилителя, но снижают коэффициент усиления.

Усиленный высокочастотный сигнал поступает на детектор, собранный на таком же транзисторе (VT3), при этом для детектирования использован его коллекторный p-n переход. Поступающее с коллектора транзистора VT2 постоянное напряжение смещает коллекторный переход транзистора VT3 в прямом направлении, что повышает чувствительность детектора, а его нагрузкой служат резистор R9 и вход компаратора, встроенного в микросхему DA1. Переменным резистором R4 в небольших пределах изменяют режим транзистора VT2 по постоянному току, что приводит к изменению напряжения на его коллекторе в интервале 1,5...2 В. При этом напряжение на входе компаратора изменяется в интервале 1...1,5 В. Поэтому этим резистором регулируют чувствительность устройства. Одновременно выходное напряжение детектора зависит и от уровня принимаемого сигнала.

Компаратор напряжения собран на микросхеме DA1, он управляет полевым транзистором VT4. Эта микросхема (так называемый супервизор) предназначена для контроля напряжения питания микроконтроллеров. В случае уменьшения напряжения ниже определённого значения она вырабатывает импульс сброса. Номинальный потребляемый микросхемой ток — 50 мкА. Особенность применённой микросхемы — отдельный компаратор (выход с открытым коллектором) со встроенным источником образцового напряжения 1,25 В. Именно этот компаратор и использован в устройстве.

Возможны два варианта индикации. В режиме "Вольтметр" мульти-

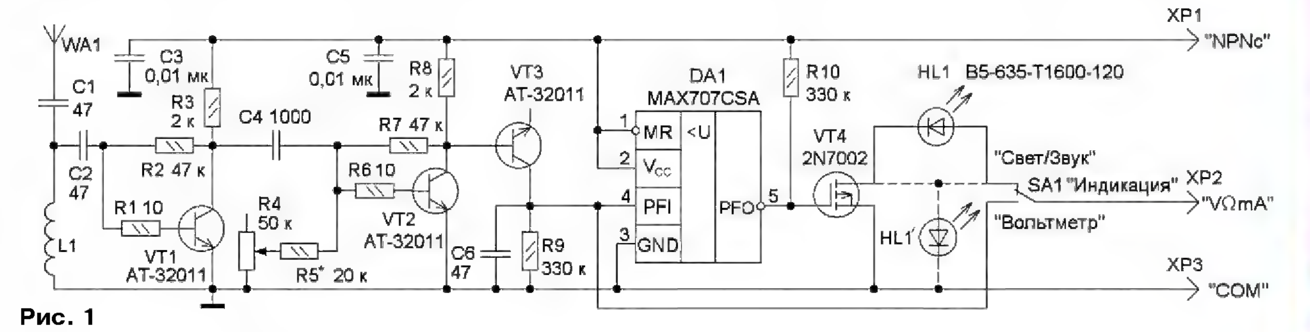


Рис. 1

метр используется как вольтметр постоянного напряжения, его включают на предел измерения 2000 мВ. С выхода детектора постоянное напряжение поступает на вход мультиметра. Резистором R4 устанавливают напряжение на выходе детектора 1000 мВ. Если индикатором будет принят сигнал, напряжение на выходе детектора возрастёт, что и отразится на табло мультиметра.

Во втором режиме "Свет/Звук" мультиметр включают в режим звуковой "прозвонки" (включение светодиода HL1′ показано пунктирными линиями). Резистором R4 устанавливают на выходе детектора напряжение чуть меньше напряжения переключения компаратора, которое равно 1,25 В. В этом случае на выходе компаратора напряжение близко к нулю, транзистор VT4 закрыт, а светодиод HL1′ светит за счёт тестового тока мультиметра (доли миллиампера), вытекающего из его гнезда "VΩmA" в режиме звуковой прозвонки. Если выходное напряжение детектора превысит напряжение переключения компаратора, на выходе последнего появится напряжение около 3 В, транзистор VT4 откроется и светодиод HL1′ погаснет. Сопротивление канала полевого транзистора станет менее нескольких десятков ом, что приведёт к включению в мультиметре звукового сигнала. В этом случае признаком наличия ВЧ-сигнала будет не только световой (выключение светодиода), но и звуковой сигнал.

Если в мультиметре звуковой "прозвонки" нет, в режиме "Свет/Звук" его включают в режим измерения сопротивления (омметра) на самом малом пределе. Для этого случая включение светодиода HL1 показано сплошной линией. Пока компаратор не переключился, светодиод погашен. После переключения компаратора транзистор VT4 откроется и светодиод HL1 станет светить.

Все детали смонтированы на двусторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 2**. Элементы для поверхностного монтажа размещают на одной стороне. На другой стороне установлены переменный резистор, светодиод, переключатель и телескопическая антенна. В отверстия, отмеченные на рис. 2 квадратом, вставлены отрезки лужёного провода, которые припаяны с двух сторон к металлизированной поверхности. Применены постоянные резисторы Р1-12 типоразмера 1206, переменный — движковый SL-20V, конденсаторы — для поверхностного монтажа типоразмера 0805, переключатель — SK12D07. Можно применить один из транзисторов BFR92P, BFR93AW или отечественный КТ3106А-9, но тогда придётся скорректировать топологию печатной платы, поскольку корпусы этих транзисторов отличаются от корпуса АТ-32011. Кроме того, верхняя граничная частота транзистора КТ3106А-9 меньше. Светодиод должен быть повышенной яркости красного цвета свечения с диаметром корпуса 3...5 мм, желательно с большим углом излучения. Катушка намотана на оправке 2...2,5 мм и содержит десять витков провода ПЭВ-2 0,2, её индуктивность — около 0,3 мкГн. Применена телескопическая антенна длиной 400 мм, после проверки работоспособности индикатора её закрепляют на плате проволочной скобой, а затем термоклеем или эпоксидным клеем. Штырь XP1 — отрезок лужёного латунного провода диаметром 1 мм, XP2 и XP3 — однополюсные вилки ШП4-2, они закреплены на плате гайками.

Интервал регулировки выходного напряжения детектора устанавливают подборкой резистора R5. Нижняя граница диапазона рабочих частот определяется ФНЧ, для уменьшения его частоты среза надо пропорционально увеличить ёмкость конденсаторов C1 и C2 и индуктивность катушки L1. Например, если частоту необходимо уменьшить в три раза, ёмкость указанных конденсаторов и индуктивность катушки должны быть в три раза больше. После проверки устройства, для защиты от воздействия окружающей среды, все элементы для поверхностного монтажа и гайки покрывают тонким слоем эпоксидного клея. Чтобы слой клея был тонким, плату предварительно разогревают до температуры 50...60 °С и потом наносят клей. Внешний вид приставки показан на **рис. 3**.

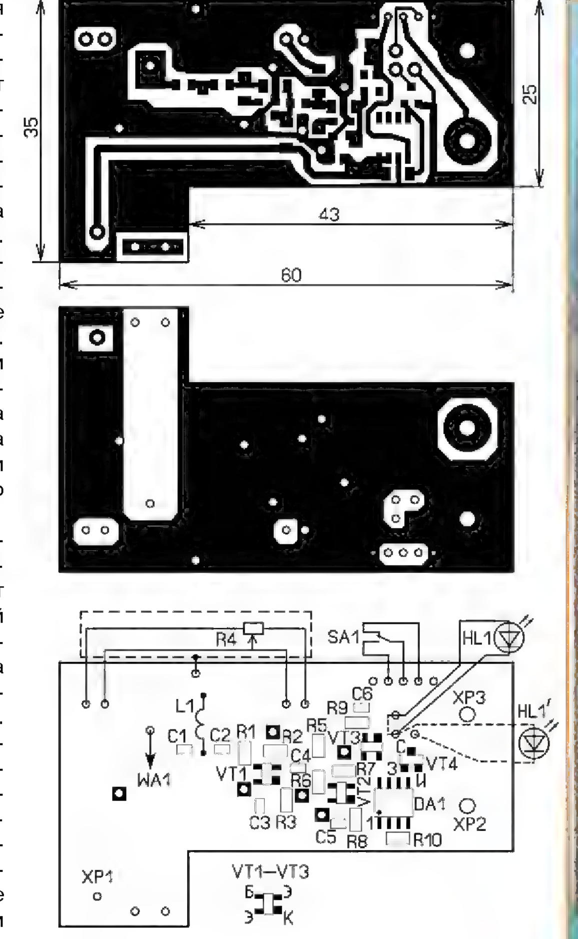


Рис. 2



Рис. 3

Электронное спусковое устройство для зеркального фотоаппарата

В. СКУБЛИН, г. Караганда, Казахстан

Такие интересные приёмы, как фотографирование ночью на длительных выдержках, серии из кадров, изготовление видео из фотографий, например, как распускается цветок на фоне бегущих облаков, получили в последнее время широкое распространение среди обладателей цифровых фотоаппаратов. В то же время необходимое оборудование, в частности, спусковое устройство для съёмки подобных кадров, найти не так просто. К примеру, один из лидеров по производству зеркальных фотоаппаратов компания Nikon для младшей линейки цифровых зеркальных фотоаппаратов не выпускает таких устройств, позволяющих снимать серии кадров. Распространённое устройство МС-36, называемое фотолюбителями "спусковым тросиком" для съёмки различных серий кадров, предназначено для использования со старшей линейкой фотоаппаратов Nikon, недёшево и не может быть подсоединено к большинству более доступных и распространённых моделей.

Решением этой проблемы были самостоятельная разработка и изготовление спускового устройства для зеркальной фотокамеры, обладающего функциями, подобными тросику МС-36, и способного работать с фотоаппаратами фирм Nikon, Canon и Pentax. Оно было проверено при работе совместно с цифровой зеркальной камерой Nikon D3100 и показало удобство в эксплуатации и надёжность в работе.

Схема устройства изображена на **рис. 1**. Его основа — микроконтроллер DD1. Питается оно от батареи напряжением 9 В ("Крона", "Корунд") через стабилизатор напряжения DA1. Управляют устройством с помощью кнопок SB1—SB5, информация о текущих операциях и настройках выводится на ЖКИ HG1. В исходном состоянии на линии RA0, RA1, RA4, RA5 и RC5 микроконтроллера через резисторы R1—R5 поступает питающее напряжение + 5 В. При нажатии на одну из кнопок микроконтроллер реагирует на изменение напряжения на этих линиях и выполняет соответствующую операцию. Назначение кнопок следующее: SB1 — увеличение значения устанавливаемого параметра; SB2 — "ОК" (запись в память микроконтроллера установленных параметров); SB3 — уменьшение значения устанавливаемого параметра; SB4 — "Выбор"

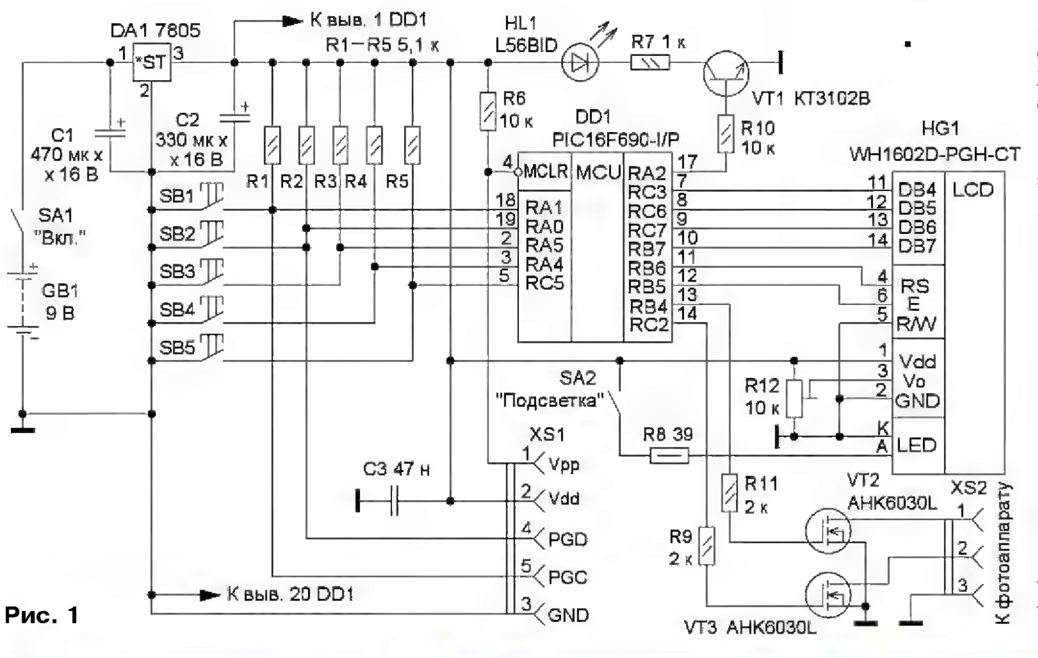


Рис. 1

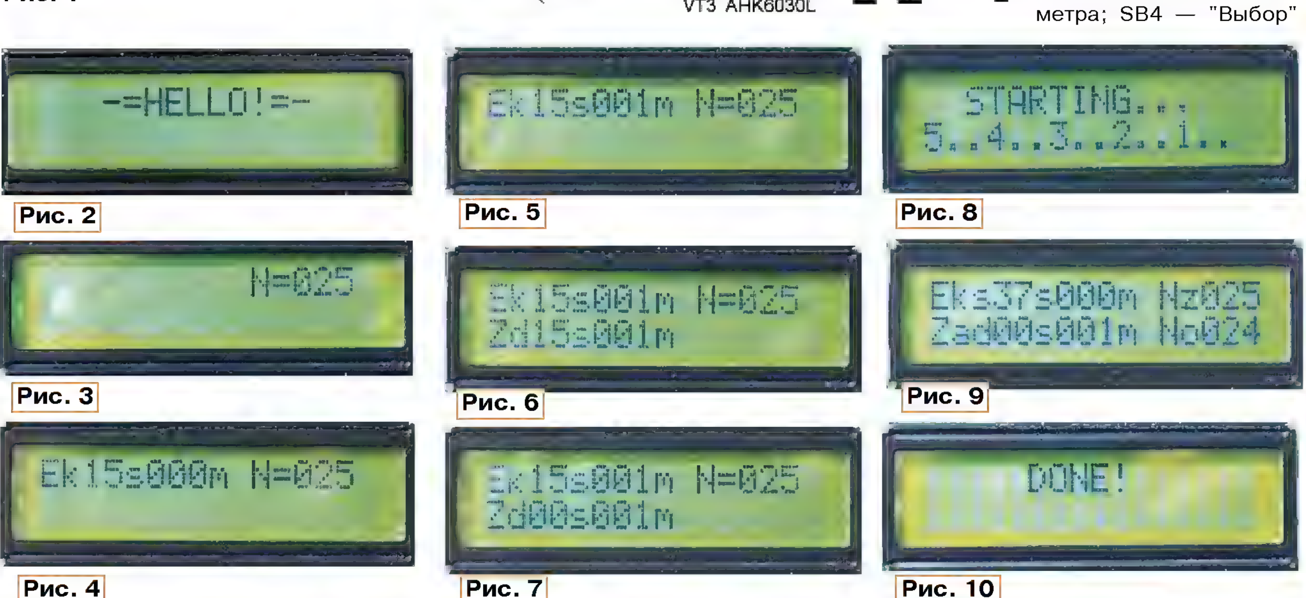


Рис. 2
Рис. 3
Рис. 4
Рис. 5
Рис. 6
Рис. 7
Рис. 8
Рис. 9
Рис. 10

(переключение минут или секунд при установке продолжительности экспозиции и задержки); SB5 — "Сброс".

Выключателем SA2 включают подсветку ЖКИ, резистор R8 ограничивает ток через светодиоды подсветки. Поскольку при этом потребляемый ток существенно возрастает, пользоваться подсветкой желательно кратковременно.

Микроконтроллер управляет полевыми транзисторами, которые подключают по его командам линии управления фотоаппаратом к общему проводу. Сток полевого транзистора VT2 соединён с линией управления затвором, а сток VT3 — с линией управления автофокусом. В соответствии с алгоритмом работы фотоаппаратов сначала замыкается контакт автофокуса, затем через определённый промежуток времени — контакт затвора. Завершение экспонирования происходит в обратном порядке: размыкается контакт затвора, затем — автофокуса.

После подачи питающего напряжения происходит инициализация микроконтроллера и на ЖКИ выводится приветственная надпись (**рис. 2**). Затем на индикаторе появляется информация о числе кадров N, которые предстоит сделать (**рис. 3**). Кнопками SB1 и SB3 устанавливают нужное значение. Минимальное значение N=1, максимальное N=950. После нажатия на кнопку SB2 "OK" значение запоминается. Затем устанавливают продолжительность экспозиции каждого кадра. Кнопками SB1 и SB3 устанавливают секунды (**рис. 4**), а после кратковременного нажатия на кнопку SB4 "Выбор" — минуты (**рис. 5**). Повторное нажатие на SB4 возвращает к возможности фиксации секунд. После установки длительности экспозиции нажимают на кнопку SB2 "OK".

Последний этап настроек — установка продолжительности задержки между кадрами (если требуется отснять всего один кадр, этот этап пропускается). Программа "по умолчанию" предлагает паузу, равную экспозиции (**рис. 6**). Её можно изменить аналогично установке экспозиции. После установки нажимают на кнопку SB2 "OK" (**рис. 7**).

После этого программа ожидает 2 с, чтобы дать фотографу возможность выпустить устройство из рук, положив его на устойчивую поверхность, и начинается процесс съёмки (**рис. 8**). В процессе работы на ЖКИ (**рис. 9**) отображается информация об оставшемся времени экспозиции Eks в формате XXсXXмин, о задержке Zad в таком же формате (если кадр последний или единственный, ЖКИ отобразит время, равное нулю), числе заданных кадров Nz и об оставшихся до завершения процесса съёмки кадрах No. По окончании съёмки на ЖКИ появляется надпись "DONE!" (**рис. 10**), а светодиод HL1 прерывисто мигает, чтобы привлечь внимание фотографа к тому, что задание выполнено. Требуется нажать на любую кнопку и удерживать её не менее 1 с, чтобы программа перешла к приветствию, т. е. к началу цикла установок.

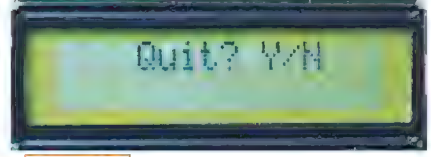


Рис. 11



Рис. 12

Затвор
Автофокус
Общий
Рис. 13

В любой момент работы программы можно нажать на кнопку SB5 — "Сброс", что приведёт к возвращению в начало настроек. В случае нажатия на эту кнопку во время процесса фотографирования на дисплей выводится сообщение "Quit? Y/N" (**рис. 11**). Нажатие на кнопку SB2 "OK" приведёт к сбросу, отключению затвора фотоаппарата и возврату к предыдущим настройкам. Повторное нажатие на SB5 — возврат в меню индикации процесса съёмки.

Применены постоянные резисторы МЛТ, РН1-12, подстроечный — СП3-19. Оксидные конденсаторы — импортные, С3 — керамический К10-17, транзистор КТ3102В заменим любым из серий КТ3102, КТ315. Полевые транзисторы AHK6030L (в корпусе для поверхностного монтажа TO-252) были демонтированы с материнской платы компьютера. Их можно заменить другими переключательными полевыми транзисторами с изолированным затвором, n-каналом и сопротивлением открытого канала не более нескольких ом. Подойдут, например, маломощные 2N7000, 2N7002. Кнопки — малогабаритные, например, ПКн125, ПКн159, DTST-6, выключатели — любые малогабаритные, в том числе и кнопочные. Большинство элементов смонтированы на макетной печатной плате с применением проводного монтажа. Внешний вид платы в сборе показан на **рис. 12**.

Программирование микроконтроллера проводилось через разъём XS1 с помощью программатора PICkit2. Налаживание сводится к установке желаемой контрастности символов на экране ЖКИ подстроечным резистором R12.

Приведённая последовательность замыкания цепей автофокусировки и затвора является стандартной для таких фирм-изготовителей зеркальных фотоаппаратов, как Nikon, Pentax, Canon. Штекер для подключения спускового устройства к фотоаппарату у разных фирм может быть различным. Поэтому выбор его зависит от используемого фотоаппарата.

Для фотоаппарата Nikon D3100 был применён кабель-переходник, входящий в комплект устройства дистанционного управления RF-603N фотовспышкой. С одной стороны кабель подключается к фотоаппарату, а с другой он снабжён стандартным стереоштекером (для головных телефонов) диаметром 2,5 мм, назначение контактов которого показано на **рис. 13**. Гнездо для его подключения устанавливают на плате устройства. Для большинства фотоаппаратов фирм Nikon и Canon характерно аналогичное назначение контактов.

***От редакции.** Программа для микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/12/trosik.zip** на нашем FTP-сервере.*

Светодиодная "лампада"

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Конструкцию, о которой пойдёт речь в статье, можно собрать за несколько часов, имея под руками всё необходимое. Устройство имитирует биение пламени лампады или свечи и может стать "эксклюзивным" подарочным сувениром.

Принцип работы устройства следующий. Один или два светодиода, заключённых в отрезки прозрачных пластиковых трубок, сравнительно быстро вращаются по окружности, образуя в пространстве светящийся усечённый конус. Этот свет падает на экран, на котором формируется вытянутое овальное световое пятно, меняющее форму и ориентацию на экране. В итоге в затемнённом помещении появляется свечение, похожее на пламя горящей лампады.

Устройство содержит собственно светодиодный светильник, а также экран, изготовленный из картона или пластмассы. Схема светильника показана на **рис. 1**. Резистором R1 устанавливают частоту вращения вала электродвигателя M1, а резисторами R2 и R3 — яркость свечения светодиодов. Питается устройство от двух гальванических элементов (типоразмер LR44, AG13, 357). Подача питающего напряжения осуществляется установкой этих элементов в самодельный держатель, образованный контактами XT1 и XT2.

Конструкция светильника показана на **рис. 2**. Его основа — электродвигатель 2 с номинальным напряжением питания около 6 В (от компьютерного DVD-привода). На валу двигателя закреплён диск-подставка 1 диаметром 27 мм (также от DVD-привода). К нижней части подставки приклеены несколько резиновых амортизаторов 9, изготовленных из пассика от магнитофона. Остальные детали смонтированы на печатной плате 8. На светодиоды 4 надеты отрезки 3


Рис. 5

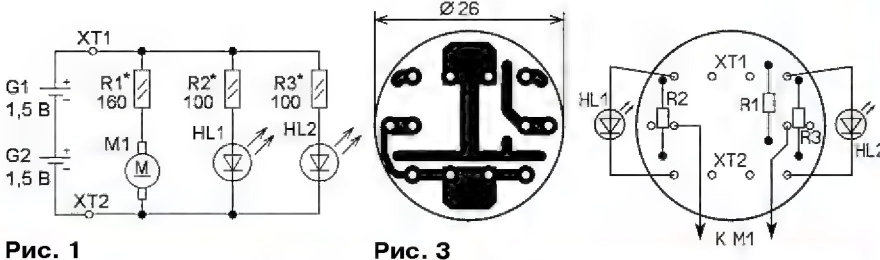


Рис. 1

Рис. 3

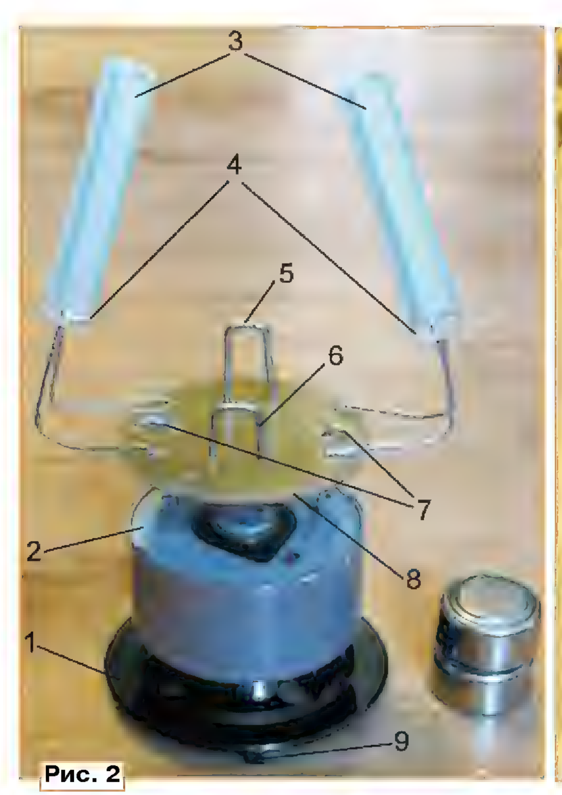


Рис. 2

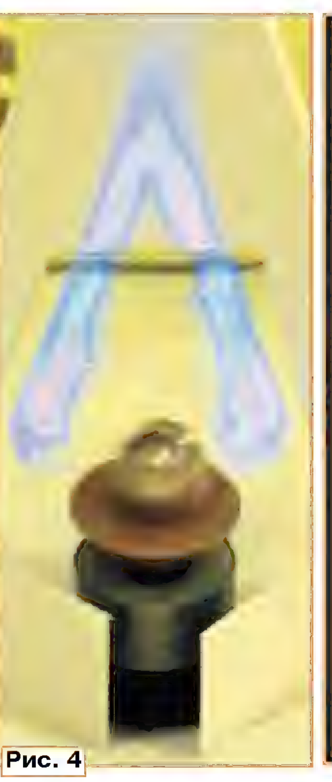

Рис. 4


Рис. 6

пластиковой трубки. Из металлических канцелярских скрепок изготовлены держатели 5 (ХТ1) и 6 (ХТ2) гальванических элементов, а также контакты 7, которые припаивают к плате и выводам двигателя. Чтобы повысить удобство установки элементов питания в держатель, между элементами предварительно размещают дисковый магнит диаметром 10 мм и толщиной 1 мм (из двигателя вращения дисков компьютерного DVD-привода), который соединяет их в "одно целое".

Чертёж односторонней печатной платы из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм показан на **рис. 3**. Резисторы установлены со стороны печатных проводников. Экран может быть как отдельно стоящий (**рис. 4**), так и в виде подставки (**рис. 5**), изготавливают его из тонкого белого пластика или картона. Светодиоды могут быть разного или одного цвета свечения,



Рис. 7

здесь есть возможность поэкспериментировать. Два варианта свечения показаны на **рис. 6** и **рис. 7**. Можно применить светодиоды разного цвета свечения или подключить один из них в другой полярности. В первом варианте пламя лампады может быть двухцветным, а во втором — переключением полярности батареи можно менять цвет пламени на другой.

Налаживание сводится к подборке резисторов R1—R3. Первым устанавливают такой ток через двигатель, чтобы он плавно разгонялся сам или с помощью лёгкого толчка. Резисторами R2 и R3 устанавливают яркость свечения, а также цветовой баланс, если применены светодиоды разного цвета свечения.

***От редакции**. Видеоролики, иллюстрирующие работу устройства, находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/12/lampada.zip** на нашем FTP-сервере.*

Простой металлоискатель

Н. КАМЕНЕВ, г. Москва

Предлагаемый металлоискатель работает по известному принципу — сравнения частот двух генераторов, один из которых настроен на фиксированную частоту (его часто называют образцовым), а второй перестраивается при появлении на некотором расстоянии от катушки его колебательного контура металлического предмета. Обычно перед поиском второй генератор (его называют перестраиваемым или поисковым) настраивают на ту же частоту, что и образцовый, на слух, по нулевым биениям в телефонах. Локализация искомого металлического предмета осуществляется по максимальной частоте биений. По сравнению с другими методами, используемыми в металлоискателях, метод биений менее эффективен, но значительно проще в реализации, поэтому используется в радиолюбительских конструкциях наиболее часто.

В металлоискателе, о котором пойдёт речь, частота генераторов отличается в несколько раз, и нулевые биения образуются при близких значениях частоты колебаний одного и одной из гармоник другого. Это несколько усложняет настройку устройства перед поиском, но одновременно упрощает локализацию предмета поиска, так как изменение частоты гармоники происходит более "круто", чем основного колебания. Другая особенность устройства в том, что настройка на нулевые биения осуществляется одновременным изменением частоты обоих генераторов в разных направлениях, а сама их перестройка — изменением напряжения питания.

Схема металлоискателя представлена на **рис. 1**. Его основа — одинаковые по схеме образцовый и поисковый генераторы, собранные соответственно на транзисторах VT1 и VT2. Через конденсаторы С9 и С10 колебания генераторов поступают на входы смесителя, собранного на транзисторах VT3, VT4. Разностный сигнал выделяется на их общей нагрузке — резисторе R6, с которого он поступает на вход усилителя ЗЧ, выполненного на составном транзисторе VT5VT6 и нагруженного головными телефонами BF1. Шунтирующий их резистор R8 необходим, когда телефоны отключены от гнезда XS1 и разностный сигнал через конденсатор С13 и гнездо XS2 подаётся на вход внешнего усилителя ЗЧ.

Рис. 1

Частота настройки образцового генератора определяется параметрами контура L1C3, поискового — контура, образованного поисковой катушкой L2 и конденсатором С4. Недостаток применённых генераторов — довольно сильная зависимость частоты их колебаний от напряжения питания. Но именно этот факт использован в данной конструкции, как говорится, с пользой — перестройка генераторов по частоте осуществляется изменением напряжения питания с помощью переменного резистора R1. При перемещении его движка

Генератор	Пределы изменения частоты, кГц, при напряжении питания устройства, В			
	3	6	9	12
Образцовый	360...392	367...454	377...465	390...477
Перестраиваемый с катушкой НЧ	147...110	168...125	178...140	182...148
Перестраиваемый с катушкой ВЧ	1187...1173	1225...1177	1268...1183	1306...1190

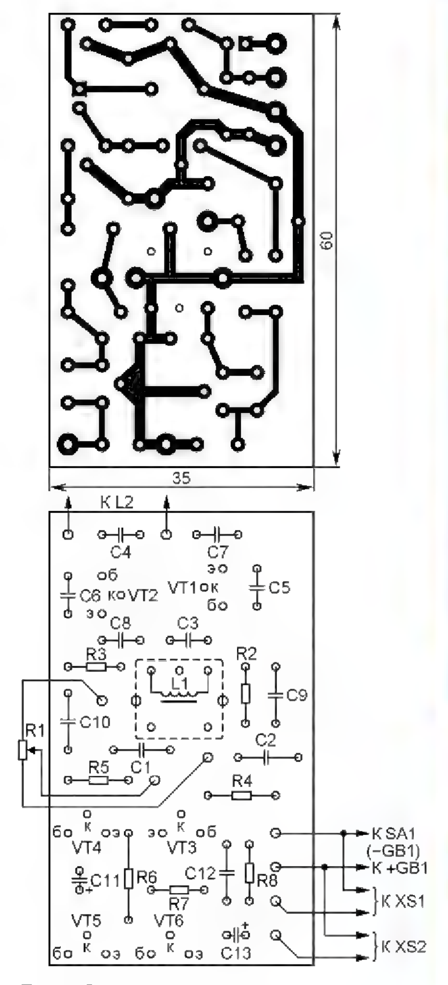


Рис. 2

влево (по схеме) напряжение питания образцового генератора понижается, а поискового, наоборот, повышается, при смене направления перемещения движка картина обратная — напряжение на образцовом генераторе повышается, а на поисковом понижается. Интервалы частоты, в которых перестраиваются генераторы при переводе движка резистора R1 из одного крайнего положения в другое при разных значениях напряжения питания, приведены в **таблице**.

При напряжении питания 6 В и среднем положении движка резистора R1 образцовый генератор настроен на частоту примерно 410 кГц, а поисковый — примерно на 145 кГц. При перемещении движка вправо (по схеме) частота образцового генератора возрастает, а поискового понижается. Когда частота первого из них (около 420 кГц) становится близкой к частоте третьей гармоники второго (140·3 = = 420 кГц), в телефонах появляется звук высокого тона, который при дальнейшем перемещении движка понижается, пока не исчезнет вовсе (нулевые биения). Металлоискатель готов к работе.



Рис. 3

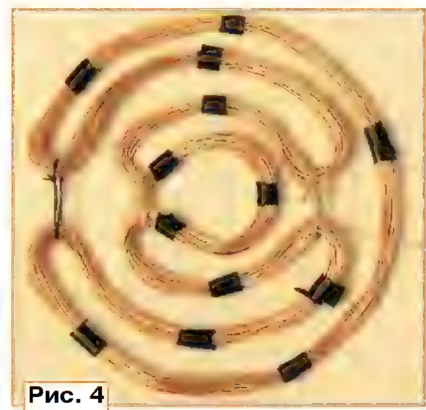


Рис. 4

Питается прибор от батареи GB1 напряжением 6 В, составленной из четырёх гальванических элементов типоразмера АА. Работоспособность устройства сохраняется при изменении напряжения питания от 3 до 12 В.

Все детали, за исключением поисковой катушки L2 и переменного резистора R1, смонтированы на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 2**, а вид с установленными на ней деталями — на **рис. 3**. Транзисторы — практически любые маломощные кремниевые соответствующей структуры, постоянные резисторы — любые малогабаритные (МЛТ, С2-33 или импортные), допустимое отклонение их сопротивления от указанных на схеме номинальных значений — ±30 %. Переменный резистор R1 — СП4-1 или аналогичный. Конденсаторы С11, С13 — оксидные К50-35 или импортные, остальные — керамические КМ. Головные телефоны — любые сопротивлением не менее 80 Ом.

В качестве катушки L1 использована готовая экранированная катушка фильтра ПЧ (450...465 кГц) от транзисторного радиоприёмника. Поскольку индуктивность таких катушек в разных приёмниках может быть разной, при налаживании металлоискателя, возможно, придётся подобрать конденсатор С3 для настройки образцового генератора на частоту примерно 410 кГц (при среднем положении движка резистора R1).

При изготовлении и опробовании поисковых катушек я заметил, что их экранирование практически не влияет на работу металлоискателя и даже уменьшает его чувствительность. Поэтому я изготавливал их без экрана. Наматывал проводом ПЭЛ 0,2—0,3 на оправке (при её диаметре 60 мм — 120 витков, при диаметре 100 и 200 мм — соответственно 80 и 40), обматывал изоляционной лентой ПВХ и закреплял на нижней стороне диска соответствующего диаметра из изоляционного материала (текстолит, винипласт, полистирол и т. п.). Для крепления диска к штанге (пластмассовая трубка диаметром 15 мм) использовал уголок, согнутый из полоски (30×80 мм) листового полистирола толщиной 5 мм и приклеенный к ним клеем "Момент".

Так как плата невелика и не требует регулировок при эксплуатации, то я установил её на противоположной (верхней) стороне диска с поисковой катушкой, а переменный резистор R1, выключатель питания SA1, гнездо XS1 для подключения телефонов и элементы батареи GB1 поместил в отдельный малогабаритный корпус, закрепив последний на штанге. Для соединения частей устройства между собой использовал неэкранированный пятипроводный кабель.

При экспериментах оказалось, что с поисковой катушкой диаметром 60 мм устройство легко обнаруживает обесточенную скрытую электропроводку на глубине до 70 мм, а арматуру в бетоне — на глубине до 100 мм. С катушкой диаметром 100 мм, содержащей 8 витков провода ПЭЛ 0,27 (частота настройки поискового генератора — около 1,2 МГц), прибор показал более высокую чувствительность к цветным металлам, а с катушкой необычной формы, показанной на **рис. 4** (внешний и внутренний диаметры — соответственно 70 и 18 мм, 100 витков провода ПЭЛ 0,27), — большую чувствительность ко всем металлам. Например, если глубина обнаружения арматуры с катушкой диаметром 60 мм достигала 100 мм, то с такой катушкой она возрастала до 150 мм.

Ограничитель тока электродвигателя рулевого механизма модели

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

В радиоуправляемых самоходных игрушках в рулевом механизме в большинстве случаев используется электродвигатель постоянного тока, напряжение питания на который подаётся через узел управления, а его выходной каскад собран по мостовой схеме на четырёх транзисторах. Для изменения направления поворота полярность питания рулевого электродвигателя изменяется. Время поворота колёс из одного крайнего положения в другое обычно не превышает одной секунды, после чего вал электродвигателя стопорится и потребляемый им ток резко возрастает и при "свежих" элементах питания может достигать 2...3 А.

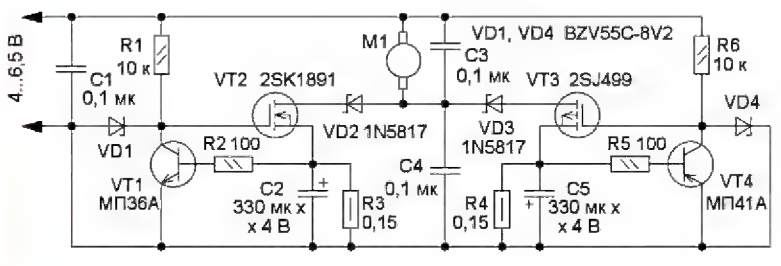


Рис. 1

Если модель автомобиля ездит по кругу с малым радиусом, такое состояние может быть продолжительным, что приводит к повышенному расходу энергии автономного источника питания, а порой и к повреждению транзисторов выходного каскада или поломке зубьев пластмассовых шестерёнок.

Чтобы ограничить максимальный рабочий ток электродвигателя рулевого механизма, в модель можно установить несложное устройство, принципиальная схема которого показана на **рис. 1**. Его включают между модулем управления и рулевым электродвигателем. Поскольку полярность питания рулевого электродвигателя изменяется, функционально устройство состоит из двух одинаковых узлов. Когда на верхний по схеме провод питания поступает напряжение положительной полярности, работает узел ограничения тока, собранный на транзисторах VT1, VT2. В этом случае через резистор R1 на затвор мощного полевого транзистора VT2 поступает открывающее напряжение. Через открытый канал этого транзистора, диод VD2 и датчик тока — резистор R3 — на электродвигатель поступает питающее напряжение. В нормальном состоянии напряжение на резисторе R3 мало, транзистор VT1 закрыт, VT2 открыт, поэтому на электродвигатель поступает практически всё питающее напряжение. Когда рулевой механизм достигнет крайнего положения и застопорится, ток через электродвигатель увеличится в несколько раз, поэтому напряжение на резисторе R3 возрастёт и транзистор VT1 откроется. Это приведёт к уменьшению напряжения на затворе транзистора VT2 и уменьшению тока через него. В результате ток через электродвигатель не превысит 0,5...0,6 А.

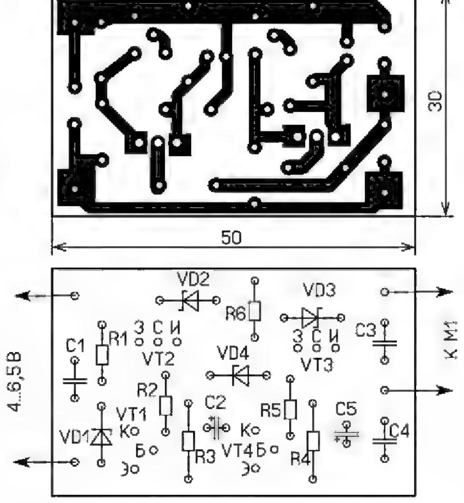


Рис. 2

На транзисторах VT3, VT4 собран аналогичный ограничитель тока, который работает при подаче на верхний по схеме провод питания напряжения отрицательной полярности. Диоды VD2, VD3 — развязывающие, стабилитроны VD1 и VD4 защищают затворы полевых транзисторов. Конденсаторы C1, C3 и C4 снижают уровень радиопомех, создаваемых работающим электродвигателем, которые могут негативно повлиять на дальность действия системы дистанционного управления. Конденсаторы C2 и C5 подавляют пульсации напряжения на датчиках тока.

Все детали устройства смонтированы на односторонней печатной плате из стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, её чертёж показан на **рис. 2**. Применены постоянные резисторы С1-4, С1-14, С2-23. Резисторы R3 и R4 могут быть изготовлены самостоятельно из высокоомного провода или составлены из нескольких параллельно включённых резисторов большего сопротивления. Неполярные конденсаторы — К10-17, К10-50, оксидные — импортные, их ёмкость может быть в пределах 200...500 мкФ, а номинальное напряжение до 4 В. Такие конденсаторы часто применяют в портативных мультимедийных устройствах: фотоаппаратах и видеокамерах. Германиевый транзистор МП36А можно заменить на любой из серий МП35, МП36, МП37, МП38, МП10, МП11, а транзистор МП41А — любым из серий МП25, МП26, МП39 — МП42, МП14—МП16. Изгибать выводы у этих транзисторов следует аккуратно, чтобы не растрескались стеклянные изоляторы. Полевой n-канальный транзистор 2SK1891 можно заменить транзистором 2SK1889, 2SK1896, 2SK1900, 2SK1909. Замена полевого p-канального 2SJ499 — транзистор 2SJ256, 2SJ259, 2SJ265, 2SJ268, 2SJ400, 2SJ413. Теплоотводы для полевых транзисторов не нужны. Все упомянутые в вариантах замен полевые транзисторы рассчитаны на управление логическими уровнями напряжения, имеют одинаковую цоколёвку выводов. Подойдут и другие аналогичные. Полевые транзисторы устанавливаются на плату в последнюю очередь, при этом желательно для исключения повреждения при монтаже их выводы временно соединить проволочной перемычкой. Диоды 1N5817 можно заменить диодами серий 1N581x, MBRS140T3, SB140. Взамен стабилитронов BZV55C-8V2 можно применить любые маломощные малогабаритные на напряжение стабилизации 7,5...10 В.

Металлический корпус рулевого электродвигателя для снижения радиопомех желательно соединить с одним из выводов питания. Налаживание заключается в подборке резисторов R3, R4, с помощью которых устанавливают желаемый ток ограничения. Если напряжение питания модели 9...12 В, стабилитроны следует установить с напряжением стабилизации 12...15 В.

Мемориал "Победа-68" — итоги

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Появление в последние два года новых документов Администрации связи России, регламентирующих любительскую радиосвязь в стране, положительно сказалось на всём радиолюбительском движении. Это позволило, в частности, проводить по стабильному положению и ежегодный мемориал "Победа", что в сочетании с улучшениями в его организации заметно повысило активность коротковолновиков в этом важном патриотическом мероприятии.

По существу, в действующем положении о мемориале желательна только одна коррекция — учесть, что сегодня заметное число радиолюбителей в мире хотели бы работать на выполнение условий памятного диплома "Победа". Но этому мешает то, что его условия ориентированы, прежде всего, на тех, кто находится на Европейском и Азиатском континентах. А более удалённым радиолюбителям труднее провести необходимые связи для получения диплома, дозваться ветеранов войны и мемориальные станции сквозь "стену" зовущих их радиолюбителей из Европы и Азии.

Вот так выглядит мемориальный диплом "Победа-68".

Президиум СРР утвердил итоги мемориала "Победа-68". В этом году получено заметно больше отчётов от российских и иностранных радиолюбителей. Условия памятного диплома выполнили почти 1500 участников — это 90 мемориальных радиостанций, 20 ветеранов Великой Отечественной войны, 7 тружеников тыла, 23 молодёжные коллективные радиостанции, 23 взрослые коллективные радиостанции, 831 взрослая индивидуальная радиостанция, 30 наблюдателей, а также 419 операторов мемориальных радиостанций.

Наиболее активным в группе "Ветераны Великой Отечественной войны" был, как в прошлом и позапрошлом годах, Борис Михайлович Ведерников (U6HU) из Минеральных Вод Ставропольского края. А в группе "Труженики тыла" лучшим в этом году стал Пётр Михайлович Красовский (RW3ZH) из Белгорода.

Среди команд молодёжных радиостанций лидировала команда RK6WWG Станции юных техников из Дербента (Дагестан). Этот коллектив уже выходил в лидеры в своей группе в позапрошлом году. У взрослых коллективных радиостанций впереди команда RC1C (Ленинградская область). Эта радиостанция принадлежит ООО "Балтийский лесной трест". Лучшим среди операторов индивидуальных радиостанций в этом году стал Сергей Морозов (RA3QJ) из Нововоронежа Воронежской области.

По многолетней традиции наиболее активные радиостанции в этих группах отмечены памятными плакетками "Победа-68" редакции журнала "Радио".

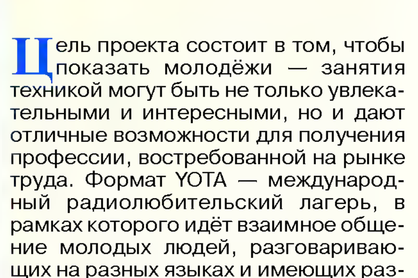
В этом году в группе "Ветераны Великой Отечественной войны" смогли принять участие U6HU, U3DI, U0AL, U1BB, EY8AN, R1NV, U1BD, YT7EC, U9YB, U1AU, UA1AP, R3AC, U3AZ, U5EX, R5UA, R4FE, U5UC, U5RC, U1BA и U3ST, а в группе "Труженики тыла" — RW3ZH, RW9WO, UT5UGG, UA1NA, R9XA, UA0WI и RA1AM. Последние два года все участники этих групп были отмечены памятными медалями, которые на средства, собранные радиолюбителями страны, изготавливала и рассылала Автономная некоммерческая организация "Редакция журнала "Радио". В этом году мы не собирали для этого средства — без нашего обращения практически всю необходимую сумму прислали радиолюбители В. Меркулов и В. Мужичков (оба из Москвы), а дополнила её наша АНО.

В минувшие годы возникали проблемы с изготовлением и оперативной рассылкой памятных дипломов "Победа". Когда пишутся эти строки, диплом уже подготовлен к печати. Начинать печатать, не зная итогов мемориала и, следовательно, необходимого тиража, нельзя. Сейчас дипломы уже в работе, и скоро начнётся их рассылка соискателям. Варианты рассылки те же, что и в прошлые годы — тем, кто оплатил почтовые расходы, они будут высланы на домашние адреса, а остальным направлены через местные организации СРР.

*Подробные результаты мемориала есть по адресу **http://www.srr.ru/HF/pobeda.php** на сайте СРР.*

IARU собирает молодёжь

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.



Цель проекта состоит в том, чтобы показать молодёжи — занятия техникой могут быть не только увлекательными и интересными, но и дают отличные возможности для получения профессии, востребованной на рынке труда. Формат YOTA — международный радиолюбительский лагерь, в рамках которого идёт взаимное общение молодых людей, разговаривающих на разных языках и имеющих разные культурные традиции.

Первый раз YOTA проводился в 2011 г. в Румынии, а затем в 2012 г. в Бельгии. Весной этого года Союз радиолюбителей России получил официальное приглашение принять участие в YOTA-2013, местом проведения которого был выбран эстонский город Тарту. Президиум СРР принял это приглашение и поручил готовить команду СРР известному коротковолновику, имеющему большой опыт работы с детьми, Олегу Стрибному (RD1A).

В команду вошли два коротковолновика из Санкт-Петербурга: Артём Махно (RA1ANV ex:UB1ACM) и Оскар Бержонскас (RA1ANS ex:UB1ACO). Необходимо отметить, что Артём и Оскар — радиолюбители молодые, но уже достаточно опытные. На их счету успешные выступления в соревнованиях по радиосвязи на КВ самого высокого ранга — вплоть до первенства России.

Делегация СРР до Тарту добиралась из Санкт-Петербурга на автобусе, где её встретил руководитель национальной радиолюбительской организации Эстонии ERAU Юрий Руут (ES5JR). Разместились наши радиолюбители в Raadimxisa Hotelli, который был полностью занят участниками YOTA.

В первый день участники молодёжного радиолюбительского лагеря YOTA-2013 установили на десятиметровой мачте антенну TH3MK4, а также развернули радиостанцию. На радиостанции ES9YOTA использовались трансивер YAESU FT-920, транзисторный усилитель Tokyo Hy-Power THL-1KFX и компьютер с контест-логгером N1MM. Она размещалась на самом верхнем этаже башни, в которой находится местный краеведческий музей. Сама башня расположена недалеко от отеля в живописном парке с озером. Всю неделю радиолюбители были полными хозяевами в башне. Радиостанция работала непрерывно, участники сменяли друг друга, следуя заранее подготовленному расписанию. Помимо ES9YOTA из отеля, прямо из номеров, работали ещё две любительские радиостанции — польской и бельгийской команд. Участники YOTA в основном использовали SSB, но также работали и CW. Даже приняли участие в соревнованиях WAE CW CONTEST.

Второй день начался с ознакомительной игры. Юрий Руут (ES5JR) раздал бейджики с фамилиями и позывными участников случайным образом и дал задание найти и передать бейджики тем, кому они предназначены. Поскольку многие команды ходили в фирменных майках с обозначением страны, то, сопоставляя позывной на бейджике с названием страны, можно было достаточно быстро выполнить это задание.

Окончание.
Начало см. на 2-й с. обложки

Затем состоялось торжественное открытие молодёжного лагеря YOTA-2013, был поднят флаг и прошла конференция, посвящённая тактике работы молодёжных команд в КВ-контестах. Самыми интересными докладами были презентации участия молодёжных команд SH3Y и ES9C в соревнованиях WPX SSB 2013 г.

После обеда провели игры в парке, целью которых было знакомство участников друг с другом и разрушение психологических барьеров. Затем состоялась экскурсия на радиостанцию для тех, кто на ней ещё не работал.

Третий день начался с дискуссии о том, как начать свою карьеру в телекоммуникационной сфере. Из участников разных стран было составлено несколько команд. Сначала каждая из команд на большой доске с помощью маркеров подготовила мини-презентацию, а затем представила её всем участникам дискуссии. Тут и выяснилось, что у большинства участников лагеря родители не только являются радиолюбителями, но и сами работают в сфере телекоммуникаций.

Следующей темой обсуждения было то, как начать заниматься радиолюбительством. При этом все вспоминали, как они сами стали радиолюбителями.

После обеда и "энергичных игр" состоялась экскурсия в парк развлечений. Больше всего восторга было от системы подвесных канатных дорожек, высота которых доходила до 20 м. Нужно было зацепиться карабином и преодолеть препятствие. Команда СРР быстро преодолела все препятствия!

Затем состоялся конкурс радиоконструкторов. Участникам было предложено в соответствии со схемой с помощью паяльной станции установить на печатную плату электронные компоненты. Артём Махно (RA1ANV) собрал мигалку-стробоскоп быстрее всех. Организаторы подарили ему её на память.

После ужина каждый день три-четыре команды представляли свои страны, проводя презентацию на тему "Один день в моей стране", рассказывали о городах, достопримечательностях, обычаях.

Четвёртый день начался с презентации одного из участников лагеря о катушках Тесла под названием "Свободная энергия". Рассказ сопровождался демонстрацией физических опытов. После обеда участникам предложили собрать трёхэлементную антенну двухметрового диапазона. Затем нужно было запрограммировать робота, имеющего датчики звука, ультрафиолетового излучения, цвета и видимого света так, чтобы он преодолел полосу препятствий. Необходимо было описать логику его движения (при каких условиях двигаться вперёд, а при каких поворачивать). Быстрее всех выполнили это задание девочки из Болгарии.

Основная тематика пятого дня была космической. В гости к участникам лагеря приехали взрослые радиолюбители, представляющие эстонскую национальную программу создания микроспутников Estcube. Участники обсуждали, как создать микроспутник, какие функции он может выполнять. Затем была развёрнута аппаратура и проведено несколько радиосвязей с использованием радиолюбительских спутников. Вечером состоялась экскурсия в обсерваторию, целью которой было наблюдение за метеорным потоком "Персеиды". Кстати, установленный в этой обсерватории телескоп сделан в ОАО "ЛОМО", г. Санкт-Петербург.

Шестой день работы лагеря начался с "охоты на лис". Панайот Данев (LZ1US) рассказал участникам о том, как пользоваться приёмниками-пеленгаторами, и каждый смог попробовать найти замаскированный передатчик. Затем состоялись два контеста. Один "живой" — с использованием портативных УКВ-ЧМ-радиостанций, а второй — "офлайн", во время которого участники перемещались между двумя скамейками (условные "40 м" и "80 м"), а передача позывных и контрольных номеров производилась голосом. Оба контеста длились по полчаса. Вечером наша команда провела презентацию России, после чего состоялась большая прощальная дискотека.

YOTA — это одно из самых важных молодёжных IARU, и руководство Международного радиолюбительского союза обязательно его посещает. На этот раз в гости к ребятам приехал Председатель региональной организации 1-го района IARU Ханс Тиммерман (PB2T).

Молодёжный радиолюбительский лагерь YOTA-2013 удался на славу. В нём приняли участие 85 молодых людей из 15 национальных радиолюбительских организаций — членов IARU. И впервые в нём принимала участие команда Союза радиолюбителей России. Она оказалась самой молодой. В то время как средний возраст участников YOTA-2013 составлял 20 лет, средний возраст нашей команды — всего 12 лет.

Молодёжный радиолюбительский лагерь закрыт, но общение его участников продолжается в большой группе, сформированной в социальной сети Facebook. У каждого участника этой группы сейчас по сотне и более друзей — молодых радиолюбителей из разных стран. А это значит, что цель проведения YOTA-2013 достигнута.

YOTA-2014 состоится следующим летом в Финляндии.

Союз радиолюбителей России выражает свою искреннюю благодарность национальной радиолюбительской организации Эстонии за помощь в организации поездки команды СРР.

Звучит в эфире позывной школы

Виктор СИРОТКИН (UA3SAG), г. Рязань

"Всем, всем, всем! Работает школьная коллективная радиостанция RK3SAI. Всем, кто слышит нас, приём!" На этот детский голосок эфир взрывается от сигналов вызывающих любительских радиостанций — многие коротковолновики хотят установить связь со школьной радиостанцией.



Александр Гаранин, Александра Рубцова, Тимофей Левашов, Даша Рубцова и Влада Смуркина всегда участвуют в соревнованиях журнала "Радио".



Александра Рубцова победила в конкурсе "Юный радиолюбитель".

В январе 2010 г. Железнодорожный УСТЦ ДОСААФ г. Рязани в средней общеобразовательной школе № 65 открыл любительскую коллективную радиостанцию. Учащиеся 3—8-го классов, а это 25—28 учеников ежегодно, в свободное от занятий время постигают на ней азы радиосвязи, конструируют простые радиоприёмники и измерительные приборы, активно участвуют в соревнованиях по радиоспорту.

В помещении радиостанции оборудованы три рабочих места. Основное место укомплектовано трансиверами FT-857D, Контур-116, усилителем мощности на четырёх лампах ГУ-50 и ноутбуком с программой TR4W для работы в соревнованиях. Второе рабочее место предназначено для проведения радиосвязей цифровыми видами связи: BPSK-31 и RTTY. На нём используются трансивер MF-095, компьютер и самодельный интерфейс. С третьего рабочего места проводятся радиосвязи на УКВ-трансивере "Гранит".

На радиостанции используются простые антенны: Delta-Loop — на диапазоны 40—80 метров, GP — на диапазон 20 метров и пятиэлементный волновой канал — на диапазон 2 метра.

Наша коллективная радиостанция является коллективным членом в Союзе радиолюбителей Вооружённых сил, а также зарегистрирована в клубе EPC-RU.

Семь наших операторов имеют юношеские разряды по радиоспорту, а спортсменам, участвующим во всех соревнованиях, проводимых редакцией журнала "Радио", шестиклассникам Александру Гаранину, Александре Рубцовой, Тимофею Левашову, Даше Рубцовой и Владе Смуркиной в мае месяце этого года присвоены третьи разряды по радиоспорту.

Школьники-операторы радиостанции активно содействуют созданию на базе коллективной радиостанции школьного Музея средств связи "На исторической волне". В нём уже есть экспонаты, присланные Я. С. Лаповком (UA1FA), и другая разнообразная радиоаппаратура, а также подлинные документы, личные вещи и фотографии радистов-участников Великой Отечественной войны: партизанской радистки М. Ф. Гришиной (UA3SY), ушедшей на фронт в 15 лет; радиста-артиллериста В. П. Васильева (U3ST); радиста В. В. Штыхно. В честь 68-й годовщины Победы в Великой Отечественной войне на коллективной радиостанции совместно с Железнодорожным УСТЦ ДОСААФ был проведён конкурс "Юный радиолюбитель", в котором участвовали школьники. Помимо работы на радиостанции, в соревнованиях по правильному обозначению радиоэлементов на схемах и в различных измерениях приборами школьники отвечали на вопросы викторины, посвящённой Великой Отечественной войне. Победителем конкурса стала Александра Рубцова.

В эфире Винницкие Муры

Сергей БЕЛОВ (UT5NB),
Владимир БЕЛОВ (UR5NBC), г. Винница, Украина



Винница — старинный, с многовековой историей город на Подолии, раскинувшийся на высоких берегах реки Южный Буг. В городе имеется фортификационный и храмовый комплекс, строительство которого восходит к началу XVII века. В наши дни там находится, в частности, Краеведческий музей.

Во всемирных днях активности World Castles Weekend WCW-2013 (они проходят ежегодно в третьи субботу и воскресенье июня) любительские радиостанции работают в эфире из замков и крепостей — с исторических мест, памятников и архитектурных сооружений, имеющих отношение к фортификации, тем самым повышая интерес радиолюбителей к историческому и архитектурному наследию. Получив предложение Андрея Петушкова (RN1CW) поучаствовать в этом мероприятии и активировать новую территорию UR-00150 по программе WCA, Совет клуба WW (**http://clubww.qrz.ru**), созданного на базе коллективной радиостанции UR4NWW, решил принять в них участие — поработать из Винницких Муров. Более того, было решено учредить и памятный диплом "Винницкие Муры".

Одна из рабочих позиций радиоэкспедиции находилась у входа в Краеведческий музей (бывшие монашеские кельи).

Так как планировалось работать в светлое время суток, было решено использовать диапазоны 40, 20, 15 и 10 метров. На эти КВ-диапазоны, а также на УКВ-диапазоны и были изготовлены антенны. Участники экспедиции развернули три стационарных (два КВ и одно УКВ) и одно портативное УКВ рабочих места. Всё оборудование разместилось в шести сумках, и лишь УКВ-антенну пришлось нести в руках.

Место для работы мы выбрали в самом центре архитектурно-храмового комплекса Винницкие Муры. Предварительно, конечно, согласовали наши действия с администрацией Винницкого областного краеведческого музея, и, найдя у неё полные понимание и поддержку, наш коллектив выдвинулся на рабочие позиции. Участники радиоэкспедиции — авторы этой статьи, а также Валерий Ярмоленко (UT7NP), Александр Ларюшкин (US5NDJ), Алексей Жадан (US5NMC), Антон Белов (US5NAR), Мария Мельничук (US5NMM), Алексей Перфилов (UR5NQA) и начинающие операторы UR4NWW.

Винницкие Муры — это фактический центр города, куда весьма легко добраться на общественном транспорте, которым мы и воспользовались. Благодаря отличной погоде уже рано утром 15 июня 2013 г. после быстрого осмотра места и определения точек подвеса антенн в самом центре Муров мы установили антенны и вышли в эфир. Антенны разместились между Краеведческим музеем (бывшие монашеские кельи), зданием Областного художественного музея, Историческим архивом (бывший монастырь кармелитов) и центральной улицей города Соборной. Удачное расположение антенн и открытая местность в северо-восточном направлении позволили провести много QSO со странами Европы, Азии, Африки, Северной Америки. Корреспондентов с южного и западного направлений немного "прикрывали" собственно Муры. Несмотря на сложные условия прохождения за время экспедиции UR4NWW/p в Винницкие Муры были проведены связи с 24 странами.

В эфире множество станций тоже работали из полевых и мобильных условий, применяя QRP, но они успешно проводили связи с нашей командой на нескольких диапазонах. Нас активно поддержали и другие радиолюбители города, проведя по несколько связей как на КВ-, так и на УКВ-диапазонах. Специально для любителей УКВ из отдалённых районов были развёрнуты в экспериментальном режиме симплексный VoIP-узел и "Репка" (цифровой эхо-репитер).

Экспедиция активно работала в эфире до второй половины дня 16 июня 2013 г., активировав данную территорию, которая была до сих пор "белым пятном" на радиолюбительских диапазонах.

Памятный диплом мы выслали всем радиолюбителям, которые провели QSO с радиоэкспедицией UR4NWW/p в Винницкие Муры и оформили заявку. И там же, на территории Муров, было продумано положение о дипломе "Винницкие Муры", который будет выдавать клуб WW всем радиолюбителям, выполнившим его условия.

Чтобы получить этот диплом, необходимо набрать 400 очков (возраст фортификационных сооружений) за связи с радиолюбителями Винницы и Винницкой области. За связь с коллективной станцией UR4NWW начисляется 100 очков (это обязательное QSO), а за QSO с остальными радиолюбителями области — 20 очков. Повторные QSO в зачёт не идут. Этот диплом выдаётся и за одну радиосвязь с коллективной радиостанцией UR4NWW/p, установленную во время её радиоэкспедиций в Винницкие Муры.

Заявку в форме выписки из аппаратного журнала радиостанции, заверенную двумя радиолюбителями, с указанием ФИО, позывного, возраста оператора и стажа работы в эфире, надо направлять по электронному адресу **<ur4nww@ya.ru>**. Диплом выдают бесплатно и только в электронном виде.

*Дополнительную информацию о проведении радиоэкспедиции, фотоальбом и видеорепортаж вы можете посмотреть на сайтах **<http://ur4nww.narod.ru>** и **<http://ur4nww.qrz.ru>**.*

Усилитель мощности на лампе ГУ-81М

Вячеслав ФЕДОРЧЕНКО (RZ3TI), г. Дзержинск Нижегородской обл.

Коротковолновый усилитель мощности (УМ) выполнен по классической схеме с общим катодом на лампе прямого накала ГУ-81М (**рис. 1**). Это "старая", надёжная, проверенная временем лампа с графитовыми анодами и не требующая принудительного охлаждения. При напряжении питания анода +3 кВ, стабилизированном напряжении питания второй сетки +750 В и токе покоя 100 мА усилитель развивает выходную мощность 1 кВт на нагрузке 50 Ом в полосе частот 1,8...29,7 МГц. При этом на вход усилителя подаётся мощность 25...30 Вт.

Эксплуатационными достоинствами этого усилителя являются быстрая (2...3 с) готовность к работе, "мягкое" включение и бесшумная работа, защита от КЗ и перегрузок, переход в "спящий режим", если более 10 мин он не работал в активном режиме. После включения питания и прогрева лампы VL1 в течение 2...3 с усилитель готов к работе, в чём несомненное преимущество применения ламп прямого накала ГК-71, ГУ-13, ГУ-81М, причём при отличной линейности работы и отсутствии помех телевизионному приёму. Уровень второй гармоники на выходе УМ, измеренный анализатором спектра С4-25 на эквиваленте нагрузки 50 Ом при $P_{вых}$=1 кВт, составил –40...–55 дБ на диапазонах 28...1,8 МГц.

Диапазонные резонансные контуры L7—L12, C13—C20 обеспечивают согласование с КСВ не более 1,5 на всех диапазонах с любым импортным трансивером, даже не имеющим встроенного тюнера. В анодную цепь лампы VL1 включён П-контур (L2, L3, C2—C6), который позволяет согласовать выход усилителя с антеннами практически любого типа в широком интервале сопротивлений. Коммутация цепей П-контура и диапазонных контуров реализована посредством переключателя SA1 и электромагнитных реле K3—K11.

При замыкании выключателя SA7 напряжение сети 220 В через контакты реле K16, сетевой фильтр C72C73L14L15 и автоматы защиты SF1, SF2 поступает на сетевую обмотку анодного трансформатора T2 через галогенную лампу накаливания EL1 и резистор R64 на сетевую обмотку трансформатора T3, который обеспечивает питание накала ламп усилителя, питание реле, узлов автоматики и сеток лампы VL1. Такой вариант "мягкого" включения продлевает жизнь радиолампам и другим элементам, повышая надёжность работы устройства в целом.

После зарядки конденсаторов C68—C71 высоковольтного выпрямителя-удвоителя часть напряжения с делителя на R46—R49 поступает на узел автоматики, собранный на транзисторе VT7. Если высокое напряжение в норме и нет КЗ, транзистор открывается, срабатывает реле K14, замыкая своими контактами K14.1 галогенную лампу EL1 и обеспечивая подачу полного напряжения на сетевую обмотку трансформатора T2. Узел автоматики имеет малый "гистерезис" срабатывания, что обеспечивает надёжную защиту УМ от различных перегрузок (не только по анодному напряжению и току), но и от КЗ во вторичных цепях, в том числе и в обмотках трансформатора. В случае возникновения указанных неисправностей транзистор VT7 закрывается, реле K14 обесточивается и сетевая обмотка трансформатора T2 снова подключается к сети переменного тока через лампу EL1. Неоновая лампа HL1 служит индикатором наличия анодного напряжения.

На лампах VL2, VL3 собран стабилизатор экранного напряжения последовательного типа. Несмотря на то что лампа ГУ-50 не предназначена для работы в стабилизаторах напряжения, такой вариант стабилизатора повторен более чем в десяти конструкциях усилителей и показал высокую надёжность. Прострелов при включении в лампе ГУ-50 не наблюдалось. Можно, конечно, собрать стабилизатор и на транзисторах, но ламповый дешевле, работает надёжней и не боится КЗ. При изменении тока нагрузки от 0 до 300 мА выходное напряжение стабилизатора изменяется не более чем на 2...3 В. Лампа VL2 и левый триод лампы VL3 образуют классический стабилизатор. Правый триод лампы VL3 работает как стабилизатор образцового напряжения +600 В, обеспечивая высокий КПД источника питания. Причём стабилитроны VD35—VD39 работают при токе 1,5...2 мА в достаточно лёгком режиме и дополнительных теплоотводов для охлаждения не требуют. Для обеспечения 2...3-секундной готовности усилителя к работе после первоначального включения в сеть через диоды VD23, VD24 напряжение 600 В (нестабилизированное) с выпрямителя-удвоителя поступает на вторую сетку лампы VL1. Примерно через 12...15 с после прогрева лампы VL2 на вторую сетку VL1 поступает стабилизированное напряжение +750 В, которое закрывает диоды VD23, VD24, и они на работу стабилизатора не влияют. Если такой режим не нужен, диоды VD23, VD24 можно исключить.

Напряжение накала лампы VL1 снимается с обмотки IV трансформатора T3 через нормально замкнутые контакты реле K12.2, K15.1 и K1.3. В режиме ожидания на лампу подаётся часть напряжения накала — 6...8 В. При переходе усилителя в активный режим переключаются контакты реле K1.3 и подаётся полное напряжение накала. Предусмотрена возможность подачи полного напряжения накала постоянно через контакты реле K15.1, что бывает необходимо при работе в "контестах". Управление реле K15 осуществляет переключатель SA5 "Н-Авто", установленный на передней панели.

Узел на транзисторах VT3—VT6 обеспечивает переход усилителя в режим "Сон". При каждом включении усилителя в активный режим через делитель на резисторах R16, R17 открывается транзистор VT4 и разряжает конденсатор C27. Но если интервал включений превысил 10 мин (устанавливается подстроечным резистором R11), этот конденсатор успевает зарядиться полностью, транзисторы VT5, VT6, VT3 открываются, срабатывает реле K12, размыкая цепь питания накала лампы VL1, отключаются вентиляторы M1, M2 и загорается светодиод HL4 — индикатор режима "Сон" (синий светодиод на передней панели). Остальные напряжения не отключаются. При этом потребление усилителем от сети минимальное, а готовность к работе на передачу — 2 с. В активный режим усилитель переводят кратковременным включением тумблера SA2 "TX" (лучше заменить выключатель кнопкой).

Питание всех реле и узла автоматики обеспечивает стабилизатор +24 В на микросхеме DA2. При перегрузках (ток более 1,5 А) или КЗ в цепи +24 В стабилизатор автоматически выключается, что повышает надёжность работы усилителя в целом. Для дополнительной защиты микросхемы DA2 служит ограничительный резистор R63.

Переход усилителя в активный режим осуществляет узел на транзисторе VT1. При замыкании контакта X1 ("Управление") на общий провод (ток в цепи 10 мА) открывается транзистор VT1, срабатывают реле K1 и K2. Контакты реле K2.4 подключают к общему проводу цепь стабилизатора напряжения (–180 В) питания первой сетки лампы VL1, который собран на транзисторах VT8, VT9 и стабилитронах VD12—VD15. Конденсатор C22 задерживает подачу напряжения смещения на сетку на 10...20 мс, что обеспечивает корректную работу переключения режимов и исключает подгорание контактов реле.

В режиме "TUNE" ("Настройка") за счёт неполного закрывания лампы VL1 (определяется подстроечным резистором R24) выходная мощность снижается на 50...70 %, и при неизменной входной мощности можно настраивать усилитель сколь угодно долго. Но работать SSB в эфире в режиме "TUNE" нельзя, поскольку лампа работает в режиме "C".

В режиме "Обход" выключателем SA3 снимается напряжение питания с транзистора VT1 и реле K1, K2, что исключает переход усилителя в активный режим при поступлении сигнала управления на разъём X1.

Для облегчения теплового режима работы УМ в нём установлены два вентилятора, которые включены при пониженном напряжении питания и работают бесшумно. Вентилятор M1 (12 В, 0,15 А, компьютерный) питается напряжением 8...9 В через регулируемый стабилизатор на микросхеме DA1. Вентилятор M2 (220 В, 50 Гц, размерами 125×125×37 мм) питается также пони-

женным напряжением через ограничительные резистор R65 и конденсатор C74. Работой вентилятора M2 управляет узел на транзисторе VT2. При переходе усилителя в активный режим напряжение +24 В с коллектора транзистора VT1 через диод VD9 и резисторы R8, R9 заряжает конденсатор C29 в цепи базы транзистора VT2. Через 5...20 с (устанавливается резистором R8) C29 заряжается полностью, открывается транзистор VT2 и срабатывает

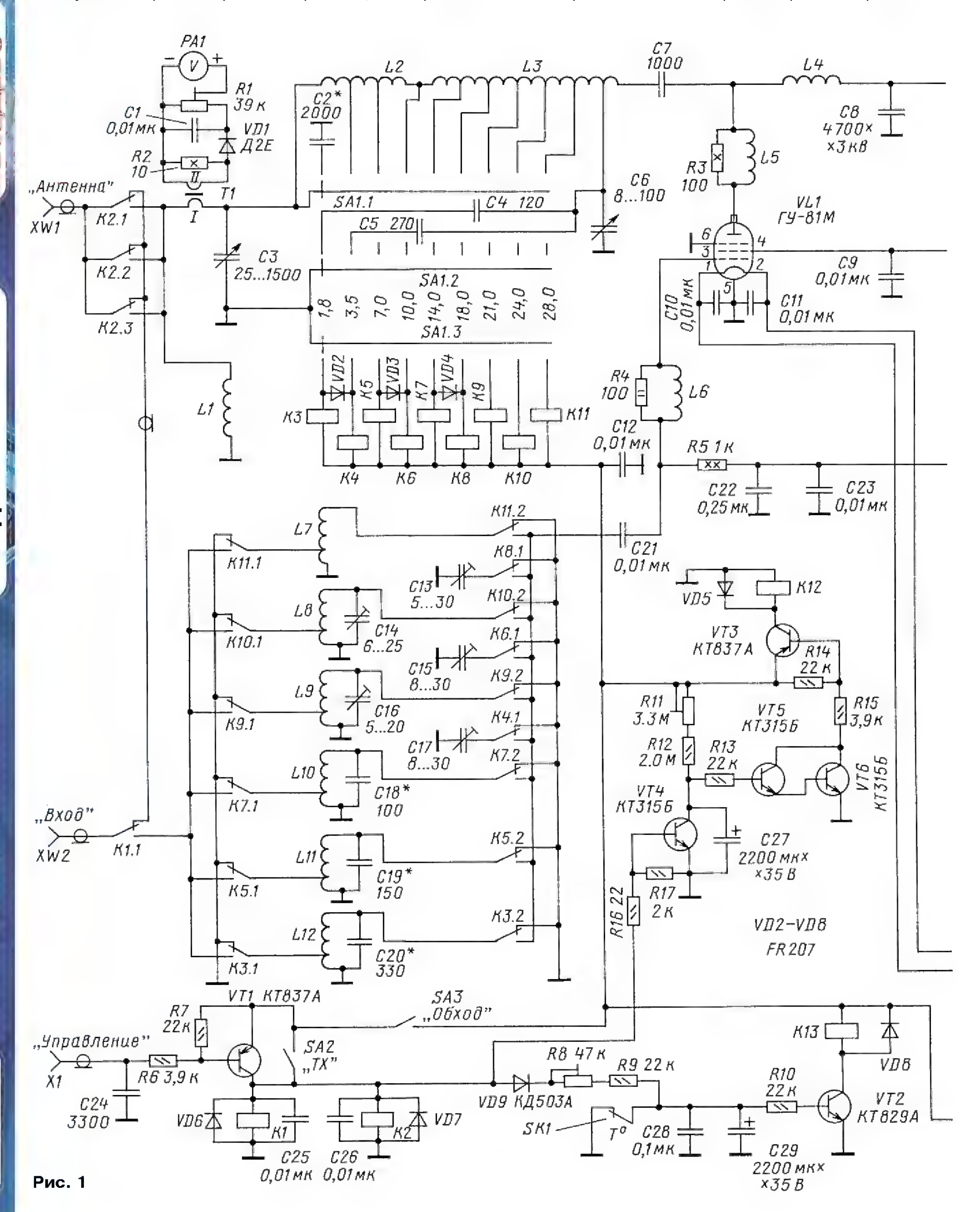


Рис. 1

реле К13, переключая вентилятор на повышенные обороты. После перехода усилителя в режим ожидания, благодаря медленной разрядке конденсатора С29 через базовую цепь VT2, который остаётся открытым ещё 50...60 с, создаётся усиленное охлаждение. При сеансах радиосвязи менее 5...10 с вентилятор работает при пониженном напряжении питания, не создавая лишнего акустического шума. Параллельно конденсатору С29 включён термовы-

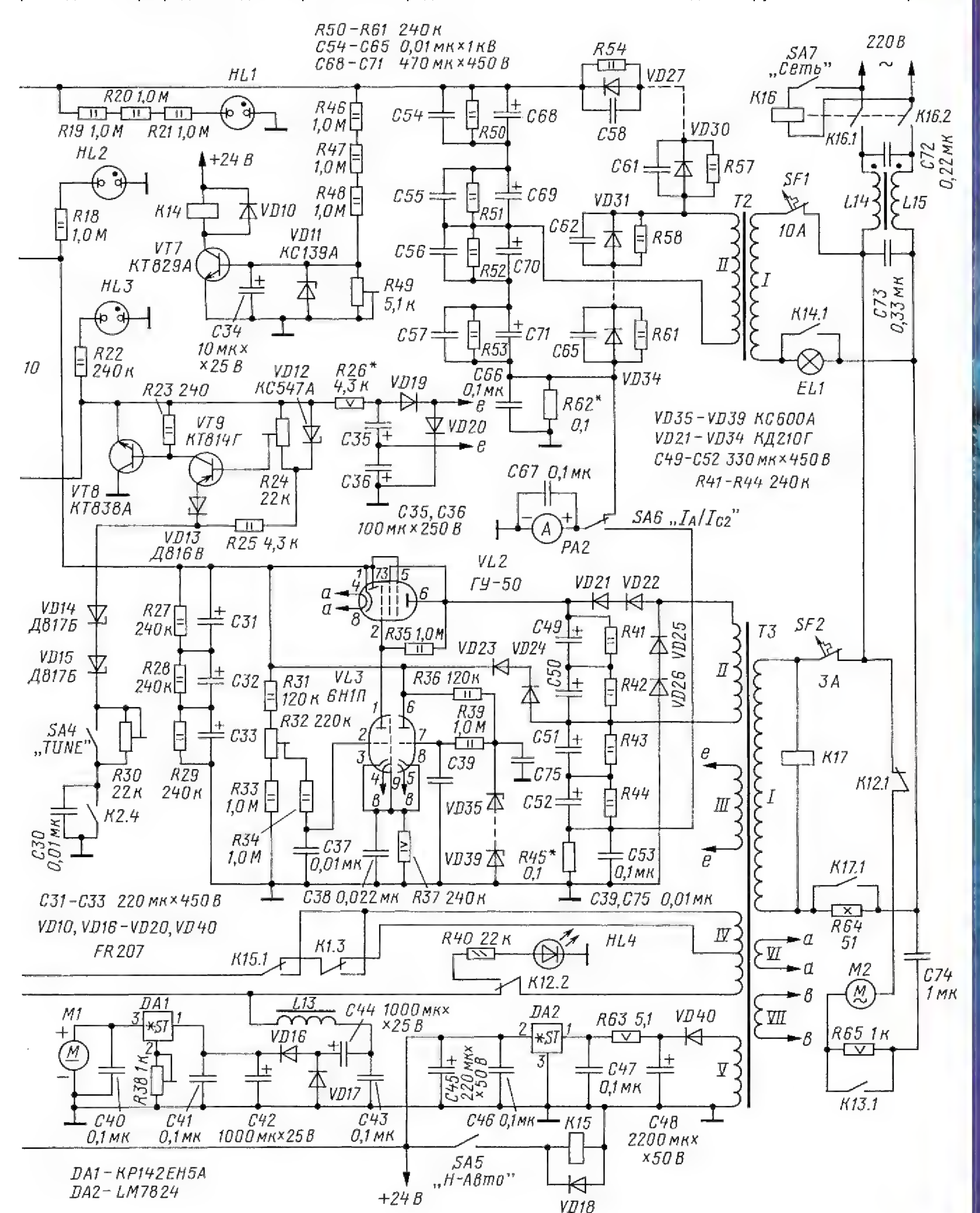




Рис. 2

ключатель SK1 (установлен в отсеке радиоламп), который, пока температура в отсеке не превысит температуру его срабатывания (размыкания), замыкает базу транзистора VT2 на общий провод, не давая переключать вентилятор на повышенные обороты.

Усилитель смонтирован в вертикальном корпусе размерами 480×240×480 мм (В×Ш×Г). Каркас корпуса изготовлен из равнополочного уголка 20×20 мм (**рис. 2**). Внутренний объём каркаса разделён пополам вертикальной дюралевой перегородкой. В свою очередь каждая вертикальная секция разделена на расстоянии 220 мм от дна корпуса горизонтальным субшасси. В образованных четырёх отсеках размещены соответственно радиолампы, плата входных контуров, трансформатор Т3, реле К1, К2, К12—К14, автоматы SF1, SF2, сетевой фильтр, трансформатор Т2 и платы выпрямителей, детали П-контура.

На лицевой панели усилителя размещены органы управления, индикации и контроля (**рис. 3**). На задней панели установлены входной и выходной разъёмы, гнездо управления, клемма заземления, вентиляторы и автоматические выключатели. Все ВЧ-разъёмы, клемма заземления, КПЕ и блокировочные конденсаторы ВЧ-блока соединены между собой медной полосой (шиной) 0,5×15 мм, проходящей по осевой линии корпуса между лицевой и задней панелями.

Оси подстроечных резисторов R1, R8, R11 и R30 выведены "под шлиц" на лицевую панель ниже уровня тумблеров "Сеть", "Обход" и "Настройка".

В усилителе применены детали: лампы HL1—HL3 — импортные неоновые с напряжением поджига 220 В, например N-814; EL1 — линейная галогенная лампа 150 Вт/220 В длиной 78 и диаметром 8 мм. Светодиод HL4 — синего цвета свечения, например BL-L513UBW (светодиод установлен над тумблером "Сеть", через который видно свечение лампы EL1, размещённой с обратной стороны лицевой панели).

Диоды КД210Г заменимы на ДЛ122 или импортные 10А10. Стабилитроны VD35—VD39 — любые другие на общее напряжение стабилизации 500 В, VD12 — КС536А, КС551А. Остальные диоды — любые кремниевые, например КД226А.


Рис. 3

Реле К1, К2, К12, К14, К15 — РЭН33, РЭН34, ТКЕ54—ТКЕ56 на рабочее напряжение 24...27 В, К3—К11, К13 — РЭС9 (паспорт РС4.524.200), К16 — CHP11-A240S или любое другое на напряжение 220 В и ток коммутации 20 А, К17 — РП21-003-УХЛ4-220.

Оксидные конденсаторы С27 и С29 с минимальным током утечки. Блокировочные конденсаторы в цепи питания сеток и накала лампы VL1 — КСО. Конденсаторы С7 и С8 — К15У-1. Конденсаторы входных контуров — КСО, КМ, КТ. Конденсатор переменной ёмкости С6 с зазором между пластинами 3 мм (он подключён к первому или второму витку катушки L3), конденсатор С3 с зазором не менее 0,8...1 мм.

Практически все резисторы в устройстве — МЛТ, за исключением резисторов большой мощности.

Автоматические выключатели SF1 и SF2 — ВА47-29. Переключатель SA1 от радиостанции Р-130, который подвергся модернизации: введён общий токосъёмный посеребрённый контакт, а два других токосъёмных контакта на платах, коммутирующих конденсаторы С4, С5, соединены с корпусом переключателя (подпаяны к оси). После такой переделки переключатель выдерживает $P_{вых}$=2,5...3 кВт. Фиксатор положений переделан на десять позиций и добавлена плата переключения реле входных контуров.

Дроссели: L1 — четыре секции проводом ПЭВ-2 0,25, намотка "Универсаль", индуктивность 150...200 мкГн;

L4 — на керамическом каркасе диаметром 25 мм, индуктивность 225 мкГн (от усилителя "Америтрон"); L5 — 2 витка медной шиной 0,8×5 мм на резисторе 50 Ом 10 Вт; L6 — 8 витков проводом ПЭВ-2 1,0 на резисторе МЛТ-2 150 Ом, L13 — ДМ-0,2, индуктивность 50 мкГн.

Катушка L2 выполнена на керамическом каркасе диаметром 60 мм и содержит 20 витков посеребрённого провода диаметром 2,5 мм, намотанного с шагом 4 мм. Отводы от второго и десятого витков (7 и 3,5 МГц соответственно). Катушка L3 — бескаркасная, содержит 15 витков медной трубки диаметром 5 мм, намотанных на оправке диаметром 65 мм. Длина намотки — 150 мм. Отводы от третьего, четвёртого, пятого, восьмого и десятого витков (что соответствует диапазонам 28, 24, 21, 18, 14 МГц). На 10 МГц используется вся катушка.

Катушки входных контуров L7—L12 бескаркасные, намотаны на оправке диаметром 18 мм и распаяны на печатной плате. Катушка L7 содержит 5 витков провода ПЭВ-2 2,5; L8 — 6 витков провода ПЭВ-2 2,0; L9 — 11 витков провода ПЭВ-2 1,5; L10 — 14 витков провода ПЭВ-2 1,5; L11 — 31 виток провода ПЭВ-2 1,2; L12 — 47 витков провода ПЭВ-2 0,8. Катушки сетевого фильтра L14 и L15 намотаны на магнитопроводе от трансформатора ТВС-110. Намотка бифилярная, содержит 15 витков провода диаметром 1...1,2 мм в качественной изоляции (БПВЛ, МГТФ).

Трансформатор тока T1 от радиостанции Р-140. Анодный трансформатор T2 с габаритной мощностью 2 кВт. Переменное напряжение на вторичной обмотке — 1200 В (провод 0,8 мм). Габаритная мощность трансформатора T3 — 400...500 Вт. Его вторичные обмотки обеспечивают переменные напряжения: II — 450 В (намотана проводом 0,5 мм); III — 130 В (провод 0,4 мм), IV — 13 В (провод 2,0 мм с отводом от середины); V — 22 В (провод 0,4 мм); VI — 13 В (провод 0,7 мм); VII — 6,5 В (провод 0,4 мм).

Первичное налаживание усилителя проводят, не подключая к сети анодный трансформатор T2. Также следует отсоединить от выпрямителей обмотки II и III трансформатора T3. Затем проверяют наличие напряжений накала ламп, напряжения +24 В на выходе DA2, настраивают работу узлов автоматики и реле. Подбирают режимы работы вентиляторов и проверяют работу переключателя диапазонов. Далее, восстановив соединения обмотки III, проверяют работу стабилизатора напряжения первой сетки и подбором стабилитронов VD14, VD15 устанавливают интервал регулировки напряжения смещения в пределах −170...−210 В.

Восстановив соединение обмотки II, проверяют работу стабилизатора напряжения второй сетки. Резистором R32 устанавливают на выходе стабилизатора напряжение +750 В.

После этого подключают к выпрямителю-удвоителю вместо анодной обмотки трансформатора T2 обмотку III (130 В) трансформатора T3 и проверяют его работу, распределение напряжения на конденсаторах фильтра, работу автоматики на транзисторе VT7 и реле K14. И только убедившись в полной работоспособности этих узлов, подключают трансформатор T2 и подают полное напряжение на высоковольтный выпрямитель. Если все напряжения в норме, переводят усилитель в активный режим (передачи сигнала) и резистором R30 устанавливают ток покоя лампы VL1 80...100 мА.

Входные контуры настраивают без подачи напряжений на лампу, раздвигая витки катушек, по минимуму КСВ на выходе трансивера (при отключённом тюнере) при выходной мощности 5...10 Вт. По окончании настройки витки фиксируют клеем или компаундом. Длина кабеля, соединяющего трансивер с усилителем, не должна превышать 1 м.

Настройку П-контура усилителя проводят на эквиваленте нагрузки сопротивлением 50 Ом при подаче на вход мощности 5...10 Вт, настраивая сначала диапазон 28 МГц по неоднократно описанной в литературе методике. При подаче с трансивера сигнала мощностью 30 Вт выходная мощность усилителя должна быть 1...1,2 кВт, а ток анода лампы ГУ-81М — 550...600 мА.

Соревнования "Старый Новый год"

Наши традиционные соревнования ONY CONTEST будут проходить с 5 до 9 UTC 12 января 2014 г. — CW и SSB на диапазонах 10—80 метров (кроме WARC диапазонов). Со следующего года несколько изменены зачётные группы — теперь участники могут выступать в следующих группах:

— станции с одним оператором (общий зачёт) — только CW;

— станции с одним оператором (общий зачёт) — только SSB;

— станции с одним оператором (общий зачёт) — MIXED;

— станции с одним оператором (радиолюбительский стаж 50 и более лет);

— коллективные радиостанции;

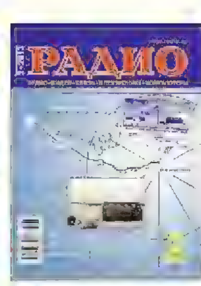
— наблюдатели.

Итоги будут подводиться раздельно по мощности во всех группах — HIGH и LOW (до 100 Вт включительно). Зачёт только по всем диапазонам.

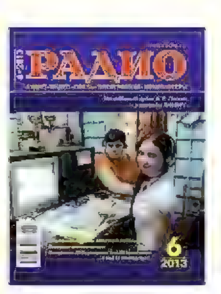
Уточнение — у SWL засчитываются только наблюдения, в которых приняты оба позывных и один из контрольных номеров. Повторные наблюдения по любому из позывных идут в зачёт на другом диапазоне или другим видом работы.

Отчёты рекомендуется предоставлять в виде файла в формате ЕРМАК или Cabrillo. Файл отчёта присоединяется к письму, в теме которого (subj) указываются только название соревнований и позывной участника. Например, RADIO-ONY UA3XXX. В каждом письме надо отправлять только один отчёт. Если подтверждение о приёме отчёта (для e-mail отчётов) не поступит в течение трёх дней, просьба связаться с <**ru3ax@radio.ru**>.

Электронные отчёты можно загружать через WEB интерфейс **ua9qcq.com** или направлять по e-mail <**contest@radio.ru**>. Бумажные отчёты в этом году принимаются по адресу: Россия, 107045, Москва, Селивёрстов пер., д. 10, редакция журнала "Радио". Крайний срок отправки отчётов — 26 января (включительно).





СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2013 год

Первое число после названия статьи обозначает номер журнала, второе — страницу (начало статьи). Материалы рубрик "Обмен опытом" и "Дополнение к напечатанному" ("Наша консультация", "Обратите внимание") включены в соответствующие тематические разделы содержания.








Дополнения к статьям

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Дополнения к статьям

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Дополнения к статьям

РЕМОНТИРУЕМ САМИ

ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ

Дополнения к статьям

ЭЛЕКТРОННЫЕ МУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Дополнения к статьям

СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТОК

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ (ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ)

Дополнения к статьям

"РАДИО" — О СВЯЗИ (ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ)

На любительских диапазонах

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ

Редакторы: ***С. Глибин*** ("Электроника за рулём", "Радиолюбительская технология", "Справочный листок"), ***А. Долгий*** ("Микропроцессорная техника", "Компьютеры", "Прикладная электроника", "Радиолюбителю-конструктору", "Радио" — начинающим", "Радио" — о связи"), ***М. Евсиков*** ("Источники питания", "Измерения", "Прикладная электроника"), ***А. Михайлов*** ("Видеотехника"), ***С. Крючкова*** ("Доска объявлений"), ***С. Некрасов*** ("Радио" — о связи"), ***И. Нечаев*** ("Радиоприём", "Наука и техника"), ***Н. Нечаева*** ("Радио" — начинающим"), ***А. Соколов*** ("Звукотехника"), ***Б. Степанов*** ("Радио" — о связи"), ***В. Фролов*** ("Дополнение к напечатанному", "Радио" — начинающим", "Радиолюбителю-конструктору", "Прикладная электроника").

В оформлении журнала участвовали: ***Е. Герасимова***, ***В. Мусияка***, ***А. Журавлёв***, ***Ю. Андреев*** *(графика)*.

GW INSTEK

Новый генератор сигналов произвольной формы AFG-72225

Больше сигналов хороших и разных за разумные деньги

В статье представлена новая модель генератора сигналов специальной и произвольной формы **AFG-72225** (**фото**) производства компании GW Instek (Тайвань), которая относится к приборам эконом-класса, но при этом обладает хорошими техническими характеристиками и широкими функциональными возможностями.

Главная его особенность — наличие двух полностью автономных выходных каналов, что делает его идеальным инструментом для инженеров-разработчиков.

Основные функциональные возможности каждого из каналов:

- Амплитуда выходного сигнала до 10 $В_{пик}$ на нагрузке 50 Ом
- Стандартные формы сигналов: синусоидальная, прямоугольная с регулируемой скважностью, треугольная/пилообразная и шум
- Диапазон частот до 25 МГц (сигнал синусоидальной и прямоугольной формы), разрешение 1 мкГц
- Обширная библиотека готовых сигналов произвольной формы (66 видов) с возможностью их редактирования или создания новых форм
- Режимы модуляции: АМ, ФМ, ЧМ, ФМн, ЧМн и SUM
- Режимы формирования "Пакета" и "Качания Частоты"
- Встроенный частотомер до 150 МГц.

Генератор **AFG-72225** позволяет создавать сигнал произвольной формы (СПФ) различной степени сложности. В этом режиме новинка имеет следующие характеристики: частота дискретизации — 120 МГц, вертикальное разрешение — 10 бит, длина внутренней памяти для формирования сигнала — 4000 точек, максимальная частота на выходе генератора — до 60 МГц (при двух точках на период сигнала).

Создание и воспроизведение СПФ возможно четырьмя способами: с использованием программного обеспечения, непосредственное редактирование сигнала органами настройки на передней панели генератора, загрузкой внешнего файла формата CSV, с помощью "прямой" загрузки отсчётов сигнала, захваченного осциллографом GDS (GDS-71XXX, GDS-72XXX, GDS-73XXX).

Штатное программное обеспечение "AWES" (Arbitrary Waveform Editing Software) позволяет создавать и редактировать сигналы произвольной формы и подавать их на выход генератора. Конструирование необходимого сигнала осуществляется в меню с помощью манипулятора (мыши) из предложенного набора шаблонов. Пользователю доступна возможность корректировки исходного шаблонного сигнала или создание своего уникального сигнала. Создать свой уникальный сигнал можно двумя способами: нарисовать сигнал посредством опции "DRAW" или подгрузить таблицу с данными в формате CSV, созданную ранее в табличном редакторе либо захваченную и сохранённую цифровым осциллографом.

Генератор имеет небольшие размеры (107×266×293 мм) и малую массу (2,5 кг), что позволяет удобно размещать его на рабочем столе. Прибор оснащён цветным высококонтрастным графическим ЖК-дисплеем с диагональю 9 см (разрешение 320×240 точек) и имеет удобный пользовательский интерфейс. Основная информация о параметрах (частота, уровень, смещение), а также пример формы выходного сигнала отображаются на экране, что в значительной мере упрощает работу с генератором.

Установка параметров выходного сигнала и выбор режимов работы могут быть осуществлены несколькими способами: нажатием функциональных клавиш и прямым вводом числовых значений с цифровой клавиатуры или вращением ручки регулятора-энкодера и курсорными клавишами.

Выходные каналы генератора **AFG-72225** могут работать абсолютно независимо или совместно.

Предусмотрены три режима совместной работы каналов:

- Режим "Комбинации" позволяет создать два одинаковых по форме сигнала с отношением или смещением частотных и амплитудных характеристик. Например, в этом режиме формируется двухтональный сигнал, который может быть использован при тестировании усилителя для изучения интермодуляционных искажений третьего порядка
- Режим "Слежение" позволяет создать два дифференциальных сигнала с одинаковой частотой и амплитудой, но инвертированные по фазе. Например, цифровые сигналы PECL, LVPECL и LVDS или сигналы имитации автомобильных датчиков температуры, скорости
- Режим "Фаза" позволяет создать одинаковые сигналы со смещённой фазой. Например, при необходимости создать квадратурные сигналы (синусоидальный и косинусоидальный) необходимо установить фазовое смещение на 90°.

Кроме формирования основных форм сигнала генераторы **AFG-72225** могут применять различные виды модуляции к выходным сигналам: АМ, ФМ, ЧМ, ФМн, ЧМн, SUM, а также производить качание частоты (ГКЧ). Функция ГКЧ возможна для всех форм выходных сигналов, кроме шумового и импульсного сигналов. В режиме ГКЧ генератор сигналов производит качание от начальной до конечной частоты в течение определённого числа этапов. Шаг качания может быть выбран линейным или логарифмическим. В качестве источника модулирующего сигнала может служить как внутренний, так и внешний сигнал. Для использования внешнего источника модулирующего сигнала используется разъём MOD INPUT на задней панели генератора. Всего на задней панели имеются четыре сигнальных разъёма, сгруппированных в один блок: выход сигнала модуляции "MOD OUTPUT", вход для подачи сигнала внешней модуляции "MOD INPUT" (0...20 кГц; ±5 В), вход для сигнала внешней синхронизации "TRIG INPUT", а также вход частотомера (5 Гц... 150 МГц).

С выходного разъёма на передней панели генератор имеет нормированный импеданс 50 Ом, поэтому если фактический импеданс нагрузки отличается от указанного значения, отображаемые значения амплитуды и напряжения смещения будут неверны. Возможность выбора сопротивления нагрузки позволяет легко обеспечить соответствие отображаемых значений реальным значениям напряжения на подключённой нагрузке. Выход генератора может быть установлен в режим высокоомного импеданса (HiZ). По умолчанию установлена нагрузка 50 Ом. Уровень сигнала в этом случае регулируется в интервале значений 1 $мВ_{пик-пик}$...10 $В_{пик-пик}$ (2 $мВ_{пик-пик}$...20 $В_{пик-пик}$ на высокоомной нагрузке).

Интерфейсы USB на задней панели генератора предназначены для связи прибора с ПК и для подключения USB-Flash носителей. При совместном использовании генератора **AFG-72225** с осциллографами серии GDS компании GW Instek пользователю доступна функция "реконструкции сигнала". Захваченный на осциллографе GDS сигнал и сохранённый на USB-Flash носитель (или переданный непосредственно по кабелю подключения на прибор) может быть воспроизведён на выходе генератора **AFG-72225**.

Частотомер является ещё одним полезным дополнением в генераторах **AFG-72225** и позволяет производить измерение частоты в диапазоне от 5 Гц до 150 МГц.

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте <www.prist.ru>. Консультации по вопросам измерительной техники — по тел. (495) 777-55-91 и по e-mail <info@prist.com>.

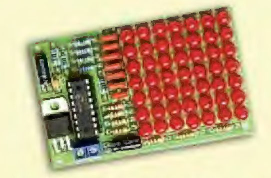
Уважаемые читатели!

Продолжается подписка на бумажную версию журнала «Радио» на первое полугодие 2014 года.

Подписная цена одного номера журнала по каталогу Роспечати 110 рублей.

Подписные индексы:
Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772;
Объединённый каталог «Пресса России» 89032;
«Каталог Российской прессы» Почта России 61972.

Редакция журнала «Радио» совместно с ООО «Чип набор» распространяет наборы для радиолюбителей (подробнее на сайте по адресу http://kits.radio.ru).



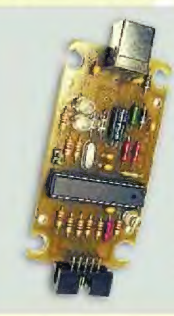
Набор для радиолюбителей «Автомат световых эффектов на микроконтроллере».
Стоимость набора с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ — 600 руб.



«Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676».
Стоимость набора с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ — 1230 руб.

В редакции журнала «Радио» можно приобрести журналы

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			в Россию	в остальные страны
2008	1—12	10 руб.	55 руб.	75 руб.
2009	1—12	20 руб.	65 руб.	85 руб.
2010	1—12	25 руб.	70 руб.	90 руб.
2011	1—12	45 руб.	90 руб.	110 руб.
2012	1—12	80 руб.	125 руб.	140 руб.
2013	1—12	95 руб.	150 руб.	165 руб.
2014	1—6	110 руб.	165 руб.	180 руб.



«USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910».
Стоимость с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ:
1. Набор для сборки «USB программатор» — 720 руб.
2. Набор для сборки «Переходник для программирования МК ATmega» — 300 руб.
3. Корпус (подходит только для набора «USB программатор») — 200 руб.
4. Провод соединительный «USB A-B 1.5 метра» — 200 руб.

Все четыре наименования — 1090 руб.

Деньги за интересующие вас наборы и журналы нужно отправить почтовым переводом или через ОАО «Сбербанк России» на наш расчётный счёт. На бланке обязательно напишите, за что вы переводите деньги и укажите свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим ваш заказ.

**Получатель: ЗАО «Журнал «Радио»,
ИНН 7708023424, КПП 770801001
р/с 40702810438090103159,
ОАО «Сбербанк России», г. Москва,
К/с 30101810400000000225, БИК 044525225,
только при почтовом переводе указывайте индекс банка – 101000.**

ПРЕДЗАКАЗ
на набор

«Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П» по тел. (495) 608-81-79 или по электронной почте <sale@radio.ru>.

Редакция совместно с ООО «Чип набор» выпускает набор для радиолюбителей «Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П», описание которого было опубликовано в статье С. Комарова («Радио», 2008, № 8, с. 49, 50; № 9, с. 45—48; № 10, с. 47, 48). В набор входят лампы, трансформаторы, дроссель, комплект деталей, провода, крепёжные и установочные изделия. Отдельно можно приобрести готовое шасси для этого усилителя.

Подробную информацию можно получить по тел. (495) 608-81-79 или по электронной почте <sale@radio.ru>.

**Редакция журнала «Радио» предлагает подписку на электронную копию журнала «Радио» с доставкой по электронной почте.
Как подписаться, Вы узнаете, посетив страничку http://el.radio.ru**

Уважаемые читатели, из-за входящих в набор тяжёлых трансформаторов и хрупких радиоламп пересылка почтой осуществляться не будет.



Редакция совместно с ООО «Чип набор» распространяет новый набор для радиолюбителей «Программируемый термостат», описание которого опубликовано в статье В. Нефёдова «Программируемый терморегулятор для системы отопления» («Радио», 2011, № 1, с. 40, 41). В набор входят печатная плата, запрограммированный микроконтроллер, комплект деталей и инструкция. Стоимость набора с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ — 1130 руб.

Более подробную информацию об условиях приобретения набора можно получить по тел. (495) 608-81-79 или по электронной почте <sale@radio.ru>.

«Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения».

Стоимость набора с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ — 940 руб.



Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

Генераторы сигналов АКИП™

ВЧ генераторы

АКИП-3207
НОВИНКА



- Диапазон частот: 250 кГц… 4 ГГц
- Разрешение по частоте: 0,1 Гц
- Выходной уровень: -127дБм… 13 дБм
- Разрешение по амплитуде: 0,01 дБм
- Фазовый шум: < -115 дБн/Гц (отстройка на 20 кГц от несущей 1 ГГц)
- Режимы модуляции: АМ, ЧМ, ФМ, ИМ
- ЖК-дисплей с диагональю 17,8 см
- Интерфейсы: LAN, GPIB, USB-Device
- Вход внеш. модулирующего сигнала

Генераторы произвольной формы





АКИП-3413
НОВИНКА

- 2 независимых канала
- Диапазон частот (синус): от 1 мкГц до 160 МГц; меандр до 50 МГц
- ЦАП 14 бит; частота дискретизации 500 МГц; память 16 кБ (Канал 1), 512 кБ (Канал 2)
- Внутренний опорный генератор: ± 2×10^{-6} (опция: ± 2×10^{-7})
- Стандартные формы сигнала: синус, прямоугольный, пила, импульс, белый шум
- Режим формирования сигнала произвольной формы до 40 МГц
- Виды модуляции: АМ, DSB-AM, ЧМ, ФМ, АМн, ЧМн, ШИМ
- Режим: ГКЧ (свипирование), формирование пакета (Burst) 1… 1000000 импульсов (при мин. длит. 1 мкс), период повтор. пакетов 1 мкс… 1000 с, нач. фаза 0° - 360°
- Частотомер: 100 мГц - 200 МГц



АКИП-3407А

- 2 независимых канала
- Диапазон частот (синус): до 40 МГц; макс. разрешение по частоте 1 мкГц
- Внутренний опорный генератор: $\pm5\times10^{-5}$ (опция: $\pm2\times10^{-7}$)
- Виды модуляции: АМ, ЧМ, ФМ (ИМ), ЧМн, ШИМ, двоич.ФМн
- Режим свипирования (ГКЧ), пакетный режим (Burst) с функцией непрерывной корректировки фазы
- Режим SUM: сложение 2-х выходных сигналов (вых.А/ вых.В)
- Встроенный частотомер до 350 МГц;
- Усилитель мощности до 2 Вт, 50 Ом (опция)







АКИП-3409

- 2 независимых канала
- Диапазон частот (синус): до 50 МГц; макс. разрешение по частоте 1 мкГц; для меандра до 25 МГц (в зависимости от модели)
- Разрядность ЦАП 14 бит; частота дискретизации 125 МГц; память 16 кБ
- Внутренний опорный генератор: $\pm1\times10^{-4}$ (опция: $\pm2\times10^{-7}$)
- Стандартные формы сигнала (5 видов): синусоидальный, прямоугольный, треугольный, импульс, белый шум
- Режим формирования сигнала произвольной формы (45 видов)
- Виды модуляции: АМ, ФМ, ЧМ, ЧМн, АМн, ШИМ
- Режим: ГКЧ (свипирование), формирование пакета (Burst) 1… 50000 импульсов (при мин. длит. 1 мкс), период повтор. пакетов 1 мкс… 500 с, нач. фаза 0,1° - 360°
- Частотомер: 100 мГц - 200 МГц







АКИП-3410

- Каналы: 1 или 2 (полностью независимые) – в зависимости от модели
- Формы сигналов: синус, меандр, импульс, пост. смещение, треугольник.
- Формирование сигналов произвольной формы (АКИП-3410/1 и АКИП-3410/3)
- Диапазон частот (синус): до 300 МГц; макс. разрешение по частоте 1 мкГц
- Опциональный опорный генератор: ± 2×10^{-7}
- Виды модуляции: АМ, ЧМ, ФМ, ЧМн, ШИМ, BPSK
- Режим свипирования (ГКЧ), пакетный режим (Burst) с функцией непрерывной корректировки фазы
- Опция: стерео ЧМ

prist@prist.ru; **www.prist.ru**

119071, **г. Москва,** 2-й Донской пр., д. 10, стр. 4
тел.: (495) 777-5591; факс: (495) 640-3023
196084, **г. Санкт-Петербург,**
ул. Цветочная, 18, лит. В, офис 202
тел./факс: (812) 677 7508